

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 30 日 (30.05.2003)

PCT

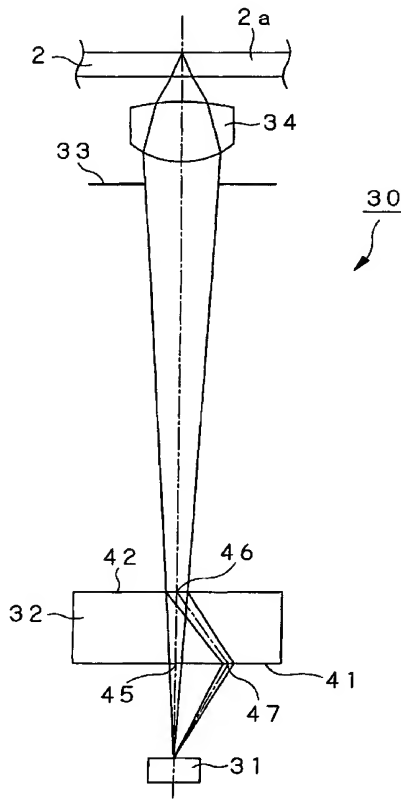
(10) 国際公開番号
WO 03/044784 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/135, 7/09 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/12079 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 深澤 宣雄
(22) 国際出願日: 2002 年 11 月 19 日 (19.11.2002) (FUKASAWA, Norio) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 潤一 (SUZUKI, Junichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 豊田 清 (TOYOTA, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田中 徹 (TANAKA, Tetsu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 久保 毅 (KUBO, Takeshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 齊藤 政宏 (SAITO, Masahiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 石井 聡 (ISHII, Satoru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2001-358244 2001 年 11 月 22 日 (22.11.2001) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PICKUP DEVICE AND OPTICAL DISK DEVICE AND OPTICAL DEVICE AND COMPOSITE OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光ピックアップ装置及び光ディスク装置並びに光学装置及び複合光学素子



(57) Abstract: An optical pickup device comprising, a first diffraction grating (45) for dividing a light beam output from a light reception/emission integral-type element (31) into a zero-order light beam and \pm first-order light beams, a second diffraction grating (46) for diffracting the optical path of a returned light beam from an optical disk (2), and a third diffraction grating (47) for diffracting a + first-order light beam diffracted by the second diffraction grating to correct variations in optical path, wherein the light reception/emission integral-type element receives a - first-order light beam diffracted by the third diffraction grating to obtain a focusing error signal FE and receives the returned light beams of \pm first-order light beams divided by the first diffraction grating to obtain a tracking error signal.

[続葉有]

WO 03/044784 A1



[JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番
35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011
東京都千代田区内幸町一丁目1番7号 大和生命ビ
ル11階 Tokyo (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明の光ピックアップ装置は、受発光一体型素子（31）から出射された出射光を0次光及び±1次光に分割する第1の回折格子（45）と、光ディスク（2）からの戻り光の光路を回折させる第2の回折格子（46）と、第2の回折格子で回折された+1次光を回折させることで光路変動を補正する第3の回折格子（47）とを備える。受発光一体型素子は、第3の回折格子で回折された-1次光を受光することによりフォーカシングエラー信号FEを得ると共に、第1の回折格子で分割された±1次光の戻り光を受光することによりトラッキングエラー信号を得る。

明細書

光ピックアップ装置及び光ディスク装置並びに光学装置及び複合光学素子

技術分野

本発明は、光磁気ディスク、相変化型の光ディスク等の光学的に情報の記録再生が行われる光ディスクに対して情報を記録し記録された情報の再生を行うために用いられる光ピックアップ装置及びこの光ピックアップ装置を備える光ディスク装置に関し、さらにはこれら装置に用いられる光学装置及び光学装置を一体に形成した複合光学素子に関する。

本出願は、日本国において2001年11月22日に出願された日本特許出願番号2001-358244を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

従来、光磁気ディスク、相変化型の光ディスク等の光学的に情報の記録再生が行われる光ディスクに対して情報を記録し記録された情報の再生を行うために用いられる光ピックアップ装置が知られている。

この種の光ピックアップ装置として、図1に示すような光学系201を備えたものがある。図1に示す光学系201は、光路順に、光ディスク204に照射されるレーザ光を出射する光源211と、この光源211から出射された出射光を3分割する3ビーム用回折格子212a及び出射光と光ディスク204からの戻り光とを分離するビームスプリッタ用回折格子212bを有する複合光学素子212と、出射光を所定の開口数NAに絞るための開口絞り214と、光ディスク204に出射光を集光する対物レンズ215と、光ディスク204からの戻り光を受光する受光部216とを備えている。

光源211には半導体レーザが用いられ、レーザ光を出射する。複合光学素子

2 1 2 は、3 ビーム用回折格子 2 1 2 a と、ビームスプリッタ用回折格子 2 1 2 b とが一体に形成された光学素子である。3 ビーム用回折格子 2 1 2 a は、いわゆる 3 ビーム法によってトラッキングエラー信号を得るために、光源 2 1 1 から出射された出射光を 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームに分割する。ビームスプリッタ用回折格子 2 1 2 b は、光ディスク 2 0 4 からの戻り光を回折させ 0 次光及び±1 次光に分割し、例えば+1 次光を受光部 2 1 6 へ導く戻り光として出射光と分離する。

受光部 2 1 6 は、図示しないが、戻り光のうち 3 ビーム用回折格子 2 1 2 a で分割された 0 次光を受光するメインビーム用フォトディテクタと、戻り光のうち 3 ビーム用回折格子 2 1 2 a で分割された±1 次光をそれぞれ受光する一組のサイドビーム用フォトディテクタとを有している。

光学系 2 0 1 には、フォーカシングエラー信号を検出する検出方法として、いわゆる非点収差法が用いられている。このため、図 2 A、図 2 B、図 2 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 は、戻り光を受光する受光面が略方形状に形成されており、受光面の中央を通り互いに直交する一組の分割線により 4 等分割された各受光領域 a s, b s, c s, d s を有する分割パターンとされている。また、図示しないが、サイドビーム用フォトディテクタは、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 を間に挟んで対向する位置にそれぞれ配設されている。

光学系 2 0 1 は、図 1 に示すように、光源 2 1 1 から光ディスク 2 0 4 までの往路において、光源 2 1 1 の発光点を物点として、その共役点である像点が、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 上に位置するように各光学部品がそれぞれ配設されている。光学系 2 0 1 は、光ディスク 2 0 4 から受光部 2 1 6 までの復路において、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 上の点を物点として、その共役点である像点が受光部 2 1 6 のメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上に位置するように各光学部品がそれぞれ配設されている。

したがって、光学系 2 0 1 は、光源 2 1 1 の発光点と受光部 2 1 6 のメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上における点も、また互いに共役な関係とされている。

上述したメインビーム用フォトディテクタ 221 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s により、フォーカシングエラー信号を得る方法を以下説明する。

まず、光ディスク 204 の記録面 205 に対して対物レンズ 215 が最適な位置とされて、光ディスク 204 の記録面 205 に対して合焦された、いわゆるジャストフォーカスの状態であれば、メインビーム用フォトディテクタ 221 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 B に示すように、円形となる。

しかし、対物レンズ 215 が光ディスク 204 の記録面 205 に近づき過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、ビームスプリッタ用回折格子 212 b で分離された戻り光が複合光学素子 212 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 221 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 A に示すように長軸が受光領域 a_s 及び受光領域 c_s に跨った楕円形状になる。

さらに、対物レンズ 215 が光ディスク 204 の記録面 205 から遠ざかり過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、ビームスプリッタ用回折格子 212 b で分離された戻り光が複合光学素子 212 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 221 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 C に示すように長軸が受光領域 b_s 及び受光領域 d_s に跨った楕円形状になり、上述した図 2 A に示すビームスポットの形状に比して長軸方向が 90 度だけ傾いた楕円形状になる。

メインビーム用フォトディテクタ 221 は、各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s による戻り光の出力を各々 S_{a_s} , S_{b_s} , S_{c_s} , S_{d_s} とすると、フォーカシングエラー信号 FE は、以下に示す式 1 で計算される。

$$FE = (S_{a_s} + S_{c_s}) - (S_{b_s} + S_{d_s}) \quad \cdots (1)$$

すなわち、図 2 B に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 221 は、対物レンズ 215 が合焦位置に位置された、いわゆるジャストフォーカスの状態の場合、上述した式 1 により演算されるフォーカシングエラー信号 FE が 0 となる。

また、メインビーム用フォトディテクタ 221 は、対物レンズ 215 が光ディスク 204 の記録面 205 に近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE

が正となり、また対物レンズ 215 が光ディスク 204 の記録面 205 から遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が負となる。

トラッキングエラー信号 TE は、3 ビーム用回折格子 212 a で分割された ±1 次光をサイドビーム用フォトディテクタがそれぞれ受光して、各サイドビーム用フォトディテクタの各出力の差分を演算することにより得られる。

以上のように構成された光学系 201 を備える光ピックアップ装置は、受光部 216 のメインビーム用フォトディテクタ 221 によって得られたフォーカシングエラー信号 FE、及びサイドビーム用フォトディテクタによって得られたトラッキングエラー信号 TE に基づいて、対物レンズ 215 を駆動変位させることによって、光ディスク 204 の記録面 205 に対して対物レンズ 215 が合焦位置に移動されて、出射光が光ディスク 204 の記録面 205 上に合焦されて、光ディスク 204 から情報が再生される。

ところで、一般的に半導体レーザの如き光源 211 は、レーザ光の発振波長が周囲の温度に依存するという性質を有している。周囲の温度が T である場合、半導体レーザによるレーザ光の発振波長は、温度 T での発振波長を λ_T 、常温での発振波長を λ_0 、常温からの変化温度を ΔT 、温度係数を c として、以下に示す式 2 で近似的に表すことができる。

$$\lambda_T = \lambda_0 + c \cdot \Delta T \quad \dots \dots (2)$$

また、レーザ光が上述したビームスプリッタ用回折格子 212 b のような回折格子に入射して回折する場合、入射角を θ 、回折角を θ' として、入射角 θ と回折角を θ' との関係は、以下に示す式 3 で表すことができる。

$$n' \cdot \sin \theta' - n \cdot \sin \theta = m \cdot \lambda / d \quad \dots \dots (3)$$

なお、 λ はレーザ光の波長、d は回折格子の格子定数、m は回折次数、n は入射側媒質の屈折率、n' は出射側媒質の屈折率である。

上述した光学系 201 において、複合光学素子 212 のビームスプリッタ用回折格子 212 b で回折する戻り光の場合は、メインビームに関して $n = 1$ 、 $\theta = 0$ であるので、回折次数を +1 次とすれば、式 3 を以下に示す式 4 とすることができる。

$$n' \cdot \sin \theta' = \lambda / d \quad \dots \dots (4)$$

上述した式2乃至式4より、この光学系201が置かれた周囲の温度が変化した場合には、温度Tにおける回折角を $\theta' T$ として式4に式2を代入すると以下に示す式5を得ることができる。

$$n' \cdot \sin \theta' T = (\lambda_0 + c \cdot \Delta T) / d \quad \dots (5)$$

さらに、常温での回折角を $\theta' 0$ として回折角 $\theta' 0$ を用いて式5から以下に示す式6を得ることができる。

$$n' \cdot \sin \theta' T = n' \cdot \sin \theta' 0 + c \cdot \Delta T / d \quad \dots (6)$$

式6より、温度Tでの回折角 $\theta' T$ は、以下に示す式7で表すことができる。

$$\theta' T = \theta' 0 + \sin^{-1} \left((c \cdot \Delta T) / (d \cdot n') \right) \quad \dots (7)$$

式7より、戻り光の温度Tにおける回折角 $\theta' T$ は、 ΔT に依存する、すなわち光学系201の周囲の温度変化に依存することがわかる。

次に、光ピックアップ装置においては、製造工程が常温で行われているので、受光部216の位置が戻り光の回折角を $\theta' 0$ であるとして調整されている。しかし、受光部216の位置を調整した後に、周囲の温度が変化すると、式7に示すように戻り光の回折角が変化して、図3に示すように、受光部216のメインビーム用フォトディテクタ221の受光面上に照射されるビームスポットの中心は、所定の位置からずれることとなる。

上述した光ピックアップ装置が備える光学系201は、上述した受光部216によってフォーカシングエラー信号FEを得る場合、メインビーム用フォトディテクタ221の受光面上に照射されるビームスポットの中心が、メインビーム用フォトディテクタ221の中央からいずれかの方向に少しでも外れることにより、ジャストフォーカス状態の場合の出力が0でなくなるため、結果的にフォーカシングエラー信号FEにオフセットがかかることになる。

上述したように光ピックアップ装置では、フォーカシングエラー信号FEが0になるようにフォーカシング制御が行われるため、対物レンズ215を正確な合焦位置に駆動制御することができなくなるという問題がある。

上述のように光を透過させる光学ブロックを有する光ピックアップ装置では、光学ブロックで発生する非点収差により、戻り光を所望の位置に適切に集光することができず、受光部216のメインビーム用フォトディテクタ221の受光面

上に照射されるビームスポットの形状が、適切な略円形からずれることとなる。

この場合にも、光ピックアップ装置では、フォーカシングエラー信号 F E が適切に生成されなくなってしまうという問題がある。

発明の開示

本発明の目的は、光ディスクからの戻り光を適切な位置に導き、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる光ピックアップ装置及び光ディスク装置、並びにこれら装置に用いられる光学装置及び複合光学素子を提供することにある。

本発明の他の目的は、光ディスクからの戻り光が光学系で受ける非点収差によるビームスポットの形状の変形を抑制し、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる光ピックアップ装置及び光ディスク装置、並びにこれら装置に用いられる光学装置及び複合光学素子を提供することにある。

本発明に係る光ピックアップ装置は、所定の波長の光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光を透過させ光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備える。

以上のように構成された光ピックアップ装置は、光源から出射された出射光を対物レンズにより光ディスクに集光し、光ディスクからの戻り光を複合光学素子内の回折素子により回折させて出射光の光路と分離する。そして、光ピックアップ装置は、光源から出射する出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正して戻り光を受光手段の所定の位置に導き、所定の位置に導かれた戻り光を受光手段が複数の受光領域で受光することにより適切なフォーカシングエラー信号を得る。

本発明に係る他の光ピックアップ装置は、所定の波長の光を出射する光源と、光源から出射された光ビームと光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、戻り光の光路中において非点収差量を補正するビームスプリッタと、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数の分割する光分割手段と、光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムである。

以上のように構成された本発明に係る光ピックアップ装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、戻り光の非点収差量を適切に補正することで、光分割手段に入射する戻り光のビーム形状を調整する。

本発明に係る光ディスク装置は、光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置であって、光ピックアップは、所定の波長の光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光を透過させ光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを有する。

以上のように構成された光ディスク装置は、ディスク回転駆動手段により光ディスクが回転駆動されて、光ピックアップにより情報の記録及び／又は再生が行われる。このとき光ディスク装置は、光ピックアップが、光源から出射された出射光を対物レンズにより光ディスクに集光し、光ディスクからの戻り光を複合光学素子の回折素子により回折させて出射光の光路と分離する。そして、光ディスク装置は、光ピックアップ装置が、光源から出射された出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正して戻り光

を受光手段の所定の位置に導き、所定の位置に導かれた戻り光を受光手段が複数の受光領域で受光することにより適切なフォーカシングエラー信号を得る。

本発明に係る他の光ディスク装置は、光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、光ピックアップは、所定の波長の光を出射する光源と、光源から出射された光ビームと光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、戻り光の光路中において非点収差量を補正するビームスプリッタと、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数の分割する光分割手段と、光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムである。

以上のように構成された本発明に係る光ディスク装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、戻り光の非点収差量を適切に補正することで、光分割手段に入射する戻り光のビーム形状を調整する。

上述した光ピックアップ装置に用いられる光学装置は、光源から出射された出射光を透過させ光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを備える。

この光学装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光を回折素子により回折させて出射光の光路と分離し、光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正することで、光ピックアップ装置におけるフォーカシングエラー信号を得るための複数の受光領域を有する受光手段の適切な位置に戻り光を導く。

本発明に係る他の光学装置は、光源から出射された光ビームと光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、戻り光の光路中において非点収差

量を補正するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段とを備え、光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムである。

以上のように構成された光学装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、戻り光の非点収差量を適切に補正することで、光分割手段に入射する戻り光のビーム形状を調整する。

また、本発明に係る複合光学素子は、光源から出射された出射光を透過させ光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを備える。

以上のように構成された本発明に係る複合光学素子は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光を回折素子により回折させて出射光の光路と分離し、光源から出射される出射光の波長変動により回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正することで、光ピックアップ装置におけるフォーカシングエラー信号を得るための複数の受光領域を有する受光手段の適切な位置に戻り光を導く。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の光ピックアップ装置が備える光学系を示す側面図である。

図 2 A 乃至図 2 C は、従来の光学系が有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 2 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 2 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 3 は、従来の光学系のメインビーム用フォトディテクタにおける受光面の中央に対してビームスポットの中心が外れた状態を示す図である。

図 4 は、本発明に係る光ディスク装置の構成を示す概略図である。

図 5 は、光ディスク装置が備える光ピックアップの光学系の概略を示す図である。

図 6 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 7 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子内の戻り光の光路を示す斜視図である。

図 8 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子内における戻り光の光路変動を説明する図である。

図 9 は、光ピックアップの光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 10 A 乃至図 10 C は、光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 10 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 10 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 10 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 11 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける他の光学系の概略を示す図である。

図 12 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 13 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを説明する斜視図である。

図 14 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを戻り光の入射面側から見た図である。

図 15 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 16 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系における複合光学素子が有する分割プリズムと同等の機能を有するグレーティングを示す平面図である。

図 1 7 A 乃至図 1 7 C は、図 1 1 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 1 7 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 1 7 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 1 7 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 1 8 A 乃至図 1 8 C は、図 1 1 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 1 8 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 1 8 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 1 8 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 1 9 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける他の光学系の概略を示す図である。

図 2 0 は、図 1 9 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた分割プリズムを説明する斜視図である。

図 2 1 は、図 1 9 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた分割プリズムを説明する側面図である。

図 2 2 は、図 1 9 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 2 3 A 乃至図 2 3 C は、図 1 9 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 2 3 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 3 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 2 3 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 2 4 A 乃至図 2 4 C は、図 1 9 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 2 4 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 4 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 2 4 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 2 5 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 2 6 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 27 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 28 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 29 は、図 28 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 30 は、図 28 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを説明する斜視図である。

図 31 は、図 28 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを戻り光の入射面側から見た図である。

図 32 は、図 28 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 33 A 乃至図 33 C は、図 28 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 33 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 33 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 33 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 34 A 乃至図 34 C は、図 28 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 34 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 34 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 34 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明が適用された光ディスク装置について、図面を参照して説明する。

本発明に係る光ディスク装置 1 は、図 4 に示すように、例えば、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、情報の追記が可能とされる CD-R (Recordable)、情報の書換えが可能とされる CD-RW (ReWritable) 等の光ディスクや、光磁気ディスク等の光ディスク 2 に対して情報を記録し、記録した情報

の再生を行う。

光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 から情報の記録再生を行う光ピックアップ 3 と、光ディスク 2 を回転駆動するディスク回転駆動機構 4 と、光ピックアップ 3 を光ディスク 2 の径方向に移動させる送り機構 5 と、これら光ピックアップ 3、ディスク回転駆動機構 4、送り機構 5 を制御する制御部 6 とを備えている。

ディスク回転駆動機構 4 は、光ディスク 2 が載置されるディスクテーブル 7 と、このディスクテーブル 7 を回転駆動するスピンドルモータ 8 とを有している。送り機構 5 は、図示しないが、光ピックアップ 3 を支持する支持ベースと、この支持ベースを移動可能に支持する主軸及び副軸と、支持ベースを移動させるスレッドモータとを有している。

制御部 6 は、図 4 に示すように、送り機構 5 を駆動制御して光ディスク 2 の径方向に対する光ピックアップ 3 の位置を制御するアクセス制御回路 9 と、光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータを駆動制御するサーボ回路 10 と、これらアクセス制御回路 9、サーボ回路 10 を制御するドライブコントローラ 11 とを有している。この制御部 6 は、光ピックアップ 3 からの信号を復調処理する信号復調回路 12 と、復調処理された信号を誤り訂正する誤り訂正回路 13 と、誤り訂正された信号を外部コンピュータ等の電子機器に出力するためのインタフェース 14 とを有している。

以上のように構成された光ディスク装置 1 は、ディスク回転駆動機構 4 のスピンドルモータ 8 によって、光ディスク 2 が載置されたディスクテーブル 7 を回転駆動し、制御部 6 のアクセス制御回路 9 からの制御信号に応じて送り機構 5 を駆動制御し、光ピックアップ 3 を光ディスク 2 の所望の記録トラックに対応する位置に移動することで、光ディスク 2 に対して情報の記録再生を行う。

ここで、上述した光ピックアップ 3 について詳しく説明する。

光ピックアップ 3 は、例えば、図 5 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 30 と、この光学系 30 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有している。

光ピックアップ 3 が有する光学系 30 は、光路順に、レーザ光を出射する光源と光ディスク 2 からの戻り光を受光する受光素子とが一体に形成された受発光一

体型素子 3 1 と、この受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光を分割し、光ディスク 2 からの戻り光を出射光と分離する複合光学素子 3 2 と、受発光一体型素子 3 1 から出射され複合光学素子 3 2 を透過した出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 3 3 と、この開口絞り 3 3 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2 a に集光させる対物レンズ 3 4 とを有している。

受発光一体型素子 3 1 は、波長が例えば 780 nm 程度のレーザ光を出射する半導体レーザと、詳細を後述する受光領域が分割された受光素子とを有している。

複合光学素子 3 2 は、図 5 乃至図 7 に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、受発光一体型素子 3 1 に臨まされるとともにこの受発光一体型素子 3 1 から出射される出射光の光軸に直交する第 1 の面 4 1 と、この第 1 の面 4 1 と平行に対向する第 2 の面 4 2 とを有している。

第 1 の面 4 1 には、受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光を、0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームに分割する第 1 の回折格子 4 5 が設けられている。光学系 3 0 は、トラッキングエラー信号 TE を得るために、いわゆる 3 スポット法（3 ビーム法）が適用されており、第 1 の回折格子 4 5 により分割された±1 次光を受発光一体型素子 3 1 で受光し±1 次光の各出力の差分を検出することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第 2 の面 4 2 には、光ディスク 2 からの各戻り光のうち第 1 の回折格子 4 5 で分割された 0 次光及び±1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えば、この+1 次光を戻り光として出射光の光路と分離する第 2 の回折格子 4 6 が設けられている。

また、第 1 の面 4 1 には、第 2 の回折格子 4 6 によって分離された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を回折させて、さらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えばこの-1 次光を受発光一体型素子 3 1 に導く第 3 の回折格子 4 7 が設けられている。この第 3 の回折格子 4 7 は、第 1 の回折格子 4 5 に対して同一面内で一方側に隣接して配設されている。

複合光学素子 3 2 は、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が通過することによって、第 3 の回折格子 4 7 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子 3 2 は、受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光の光軸

方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子 3 2 は、上述したように樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の第 1 の回折格子 4 5、第 2 の回折格子 4 6 及び第 3 の回折格子 4 7 を形成してもよいし、機械加工により形成してもかまわない。なお、複合光学素子 3 2 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

複合光学素子 3 2 は、内部に反射面を有する用に設計してもよく、反射面を利用して光路を曲げることにより光学設計の自由度を向上させることができる。

ここで、複合光学素子 3 2 内において、受発光一体型素子 3 1 の光源から出射される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光に発生する光路変動について説明する。

複合光学素子 3 2 は、図 7 に示すように、光ディスク 2 からの戻り光を L とし、戻り光 L を第 2 の回折格子 4 6 で +1 次光として回折させて出射光の光路と分離し、第 2 の回折格子 4 6 で光路が分離された戻り光 L を第 3 の回折格子 4 7 で -1 次光として回折させて受発光一体型素子 3 1 に導くように構成されている。

ここで、複合光学素子 3 2 内では、図 8 に示すように、戻り光の波長を λ 、第 2 の回折格子 4 6 での回折角を θ_1 、第 3 の回折格子 4 7 での回折角を θ_2 、第 2 の回折格子 4 6 の格子定数を d_1 、第 3 の回折格子 4 7 の格子定数を d_2 、第 2 の回折格子 4 6 での回折次数を +1、第 3 の回折格子 4 7 での回折次数を -1、第 2 の回折格子 4 6 と第 3 の回折格子 4 7 との間の媒質の屈折率を n 、すなわち複合光学素子 3 2 を形成する樹脂材料の屈折率を n とすると、前述した式 3 より以下の式 8 及び式 9 が導き出される。

$$n \cdot \sin \theta_1 = \lambda / d_1 \quad \cdots \cdots (8)$$

$$\sin \theta_2 - n \cdot \sin \theta_1 = -\lambda / d_2 \quad \cdots \cdots (9)$$

次に、式 1 及び式 2 より、 $\sin \theta_1$ 及び $\sin \theta_2$ は、以下の式 10 及び式 11 に示すように表すことができる。

$$\sin \theta_1 = \lambda / (d_1 \cdot n) \quad \dots \dots (10)$$

$$\sin \theta_2 = \lambda \cdot (1/d_1 - 1/d_2) \quad \dots \dots (11)$$

次に、式10及び式11より、 $\cos \theta_1$ 及び $\cos \theta_2$ は、以下の式12及び式13に示すように表すことができる。

$$\cos \theta_1 = (1 - \lambda^2 / (d_1 \cdot n)^2)^{1/2} \quad \dots \dots (12)$$

$$\cos \theta_2 = (1 - \lambda^2 \cdot (1/d_1 - 1/d_2)^2)^{1/2} \quad \dots \dots (13)$$

次に、第2の面42を $x=0$ として第2の面42から垂直に第1の面41側へ x 軸をとり、この x 軸からのずれを y 軸にとり、第2の回折格子46で+1次光として回折された光ディスク2からの戻り光のうち第1の回折格子45で0次光とされたメインビームを光線11とすると、この光線11の光路は、以下の式14に示すように表すことができる。

$$y = \tan \theta_1 \cdot x \quad \dots \dots (14)$$

次に、第1の面41と第2の面42との間隔を a として、光線11と第1の面41とが交差する、すなわち第3の回折格子47に入射する位置は、以下の式15に示すように表すことができる。

$$x = a, \quad y = a \cdot \tan \theta_1 \quad \dots \dots (15)$$

したがって、第3の回折格子47で-1次光として回折された戻り光を光線12とすると、この光線12の光路は、以下の式16で表すことができる。

$$y = \tan \theta_2 \cdot x + a (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \quad \dots \dots (16)$$

次に、光線12と x 軸とが交差する点をBとして、B点の位置は、以下の式17に示すように表すことができる。

$$x = a (1 - \tan \theta_1 / \tan \theta_2), \quad y = 0 \quad \dots \dots (17)$$

式17より、 x 軸上の位置 x が第2の回折格子46の回折角 θ_1 に依存していることがわかる。回折角 θ_1 が式8より波長 λ の関数であるので、上述した例の場合は、 λ が変化すれば回折角 θ_1 が変化してB点の座標が変わることとなり、出射光の波長変動により受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置が変わることとなる。

したがって、受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置が波長変動にかかわらず一定であるために、式17の x を表す式の右辺第2項を、式

10乃至式13を用いて λ で表すと、以下の式18に示すように表すことができる。

$$\begin{aligned} & d_2 < d_1 \text{ とすると、} \\ & \tan \theta_1 / \tan \theta_2 \\ &= (\sin \theta_1 / \cos \theta_1) / (\sin \theta_2 / \cos \theta_2) \\ &= - \left((d_1^2 d_2^2 / (d_2 - d_1)^2 - \lambda^2) / (n^2 d_1^2 - \lambda^2) \right)^{1/2} \\ & \dots (18) \end{aligned}$$

ここで、式18は、例えば、以下の式19に示すような条件を代入して整理すると以下の式20に示すように表すことができる。

$$(n+1) d_2 = n d_1 \quad \dots (19)$$

$$\tan \theta_1 / \tan \theta_2 = -1 \quad \dots (20)$$

式19及び式20より、第3の回折格子47のB点のx座標は λ によらず一定となることがわかる。

すなわち、例えば、第2の回折格子46の格子定数 d_1 と第3の回折格子47の格子定数 d_2 とが式19を満たすように複合光学素子32を設計することで、波長変動により受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置を一定にすることができる。

このように複合光学素子32は、例えば、第2の回折格子46の格子定数 d_1 と第3の回折格子47の格子定数 d_2 とを定めることで、受発光一体型素子31から出射される出射光の波長変動により、光ディスク2からの戻り光が第2の回折格子46で+1次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光を第3の回折格子47で-1次光として回折させることにより、光ディスク2からの戻り光を常に受発光一体型素子31の受光領域の所定の位置に適切に導くことができるようにされている。

開口絞り33は、複合光学素子32の第2の回折格子46を通過した出射光の光軸上に位置して配設されている。

対物レンズ34は、少なくとも1つの凸レンズにより構成され、受発光一体型素子31から出射され開口絞り33で絞られた出射光を光ディスク2に集光するように配設されている。

受発光一体型素子 3 1 は、図 9 に示すように、第 1 の回折格子 4 5 で分割された 0 次光であるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 と、第 1 の回折格子 4 5 で分割された ±1 次光である 2 つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 5 2, 5 3 とを有している。受発光一体型素子 3 1 は、複合光学素子 3 2 の第 3 の回折格子 4 7 によって光路変動が補正された戻り光が入射される位置に対応するように配設されている。受発光一体型素子 3 1 には、中央に位置して略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 5 1 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 5 2, 5 3 がそれぞれ配設されている。

受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 は、図 9 に示すように、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 を有している。これら各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 には、第 3 の回折格子 4 7 によって光路変動が補正された戻り光が入射される。

光ピックアップ 3 が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、対物レンズ 3 4 を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを対物レンズ 3 4 の光軸に平行なフォーカシング方向及び対物レンズ 3 4 の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ 5 2, 5 3 が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、対物レンズ 3 4 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク 2 の記録面 2 a の記録トラックに出射光を合焦させる。

なお、複合光学素子 3 2 は、第 1 の回折格子 4 5、第 2 の回折格子 4 6 及び第 3 の回折格子 4 7 がそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

以上のように構成された光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 34 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 34 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 は、図 5 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、受発光一体型素子 31 から出射された出射光が、複合光学素子 32 の第 1 の回折格子 45 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 32 の第 2 の回折格子 46 を透過し、対物レンズ 34 により光ディスク 2 の記録面 2a にそれぞれ集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、複合光学素子 32 の第 2 の回折格子 46 により回折され、0 次光及び±1 次光に分割され、この+1 次光が戻り光として出射光と分離されて第 3 の回折格子 47 に入射される。第 3 の回折格子 47 に入射された戻り光は、第 3 の回折格子 47 により回折され、さらに 0 次光及び±1 次光に分割され、この-1 次光が戻り光として受発光一体型素子 31 のメインビーム用フォトディテクタ 51 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 にそれぞれ入射する。

ここで、複合光学素子 32 内では、第 2 の回折格子 46 で発生する戻り光の光路変動は第 3 の回折格子 47 により補正されることとなり、戻り光が受発光一体型素子 31 のメインビーム用フォトディテクタ 51 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に適切に入射する。

ここで、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が最適な位置とさ

れて、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して合焦された、いわゆるジャストフォーカスの状態であれば、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 B に示すように円形となる。

図 10 B に示すような円形のビームスポットである場合、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 は、それぞれ対向する各受光領域 a_1 , c_1 と各受光領域 b_1 , d_1 の各受光量が等しくなる。対物レンズ 3 4 が光ディスク 2 の記録面 2 a に近づき過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が複合光学素子 3 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 A に示すように長軸が受光領域 a_1 及び受光領域 c_1 に跨った楕円形状になる。さらに、対物レンズ 3 4 が光ディスク 2 の記録面 2 a から遠ざかり過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が複合光学素子 3 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 C に示すように長軸が受光領域 b_1 及び受光領域 d_1 に跨った楕円形状になり、上述した図 10 A に示すビームスポットの形状に比して長軸方向が 90 度だけ傾いた楕円形状になる。

このため、図 10 A 及び図 10 C に示すような楕円形状のビームスポットである場合、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の互いに対向する 2 組の各受光領域 a_1 , c_1 と各受光領域 b_1 , d_1 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 において各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 がそれぞれ検出する各出力を S_{a1} , S_{b1} , S_{c1} , S_{d1} とすると、フォーカシングエラー信号 FE は、以下に示す式 2 1 で計算することができる。

$$FE = (S_{a1} + S_{c1}) - (S_{b1} + S_{d1}) \quad \cdots (21)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 では、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置された場合、式 2 1 によって演算

されるフォーカシングエラー信号 FE が 0 となる。メインビーム用フォトディテクタ 51 では、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が正となり、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が負となる。

上述のように受発光一体型素子 31 のメインビーム用フォトディテクタ 51 は、各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 FE を得るとともに再生信号を得る。

一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 52, 53 は、第 1 の回折格子 45 で ± 1 次光に分割されたサイドビームが、光ディスク 2 で反射されて戻り光とされ、第 2 の回折格子 46 で $+1$ 次光として出射光と分離され、第 3 の回折格子 47 で光路変動を補正されて入射され各受光領域の各受光量を検出し、これら ± 1 次光の各出力の差分を演算することによってトラッキングエラー信号 TE を得る。

なお、光ピックアップ 3 は、例えば、図 11 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 60 と、この光学系 60 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有するとしてもよい。以下で、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 30 を有する光ピックアップ 3 と略同等の構成については同じ符号を付して説明を省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 60 は、光路順に、レーザ光を光ディスク 2 に出射する光源 61 と、この光源 61 から出射された出射光を分割し、光ディスク 2 からの戻り光を出射光と分離するとともに、出射光と分離された戻り光をさらに分割する複合光学素子 62 と、光源 61 から出射され複合光学素子 62 を透過した出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 33 と、この開口絞り 33 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる対物レンズ 34 と、光ディスク 2 からの戻り光を受光する受光部 63 とを有している。光学系 60 は、光源 61 と複合光学素子 62 との間に、出射光の有効光束以外の不要な光束を遮光する第 1 の遮光板 64 と、複合光学素子 62 と受光部 63 との間に戻り光の有効光束以外の不要な光束を遮光する第 2 の遮光板 65 とを有している。

光源 61 は、波長が例えば 780 nm 程度のレーザ光を発光点 61a から出射

する半導体レーザを有している。

複合光学素子 6 2 は、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、光源 6 1 に臨まされるとともにこの光源 6 1 の発光点 6 1 a から出射される出射光の光軸に直交する第 1 の面 8 1 と、この第 1 の面 8 1 と平行に対向する第 2 の面 8 2 と、第 2 の面 8 2 に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第 3 の面 8 3 と、第 1 の面 8 1 及び第 2 の面 8 2 に対して垂直且つ第 3 の面 8 3 に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第 4 の面 8 4 とを有している。

第 1 の面 8 1 には、光源 6 1 の発光点 6 1 a から出射された出射光を、0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームに分割する第 1 の回折格子 7 5 が設けられている。光学系 6 0 は、トラッキングエラー信号 TE を得るために、いわゆる 3 スポット法（3 ビーム法）が適用されており、第 1 の回折格子 7 5 により分割された±1 次光を受光部 6 3 で受光し±1 次光の各出力の差分を検出することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第 2 の面 8 2 には、光ディスク 2 からの各戻り光のうち第 1 の回折格子 7 5 で分割された 0 次光及び±1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えば、この+1 次光を戻り光として出射光の光路と分離する第 2 の回折格子 7 6 が設けられている。

第 3 の面 8 3 には、第 2 の回折格子 7 6 によって分離された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を反射及び回折させて、さらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えばこの-1 次光を戻り光として第 2 の回折格子 7 6 で発生する光路変動を補正する第 3 の回折格子 7 7 が設けられている。

この第 3 の回折格子 7 7 は、入射された戻り光が全反射するように第 3 の面 8 3 に所定の反射膜が設けられており、いわゆる反射型の回折格子として機能する。

第 4 の面 8 4 には、第 3 の回折格子 7 7 によって光路変動が補正された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を 4 分割する分割プリズム 7 8 が設けられている。

分割プリズム 7 8 は、図 1 3 及び図 1 4 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、第 3 の回折格子 7 7 によって反射及び回折された-1 次光が、

この回折光の焦点又は焦点近傍で、回折光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。この分割プリズム 7 8 は、複合光学素子 6 2 の内方に位置して、この内方側に頂角を向けて設けられている。すなわち、分割プリズム 7 8 は、第 1 の回折格子 7 5 で分割された 3 ビームにおける 0 次光が、第 2 の回折格子 7 6 で回折され、第 3 の回折格子 7 7 で反射及び回折されて、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム 7 8 は、正四角錐の底面が、第 3 の回折格子 7 7 で反射及び回折された - 1 次光の光軸に対して直交するように配設されている。

複合光学素子 6 2 は、第 2 の回折格子 7 6 で分離された戻り光が通過することによって、分割プリズム 7 8 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子 6 2 は、光源 6 1 から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子 6 2 は、上述したように樹脂材料を射出成型することにより形成される。また、その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の第 1 の回折格子 7 5、第 2 の回折格子 7 6、第 3 の回折格子 7 7 及び分割プリズム 7 8 を形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。なお、複合光学素子 6 2 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

ここで、複合光学素子 3 2 で説明した場合と同様に、例えば、第 2 の回折格子 7 6 及び第 3 の回折格子 7 7 の格子定数や第 3 の面 8 3 と第 2 の面 8 2 とがなす角度などを計算して複合光学素子 6 2 を設計することで、波長変動による戻り光の光路変動を補正し分割プリズム 7 8 の頂角にこの戻り光を正確に導くことができる。

このように設計された複合光学素子 6 2 は、光源 6 1 から出射される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光が第 2 の回折格子 7 6 で + 1 次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光を第 3 の回折格子 7 7 で - 1 次光として反射及び回折させるこ

とにより、光ディスク 2 からの戻り光を常に分割プリズム 7 8 の頂角に導き、分割プリズム 7 8 で分割された各戻り光を受光部 6 3 の受光領域の所定の位置に正確に導くことができるようにされている。

開口絞り 3 3 は、複合光学素子 6 2 の第 2 の回折格子 7 6 を通過した出射光の光軸上に位置して配設されている。

対物レンズ 3 4 は、少なくとも 1 つの凸レンズにより構成され、光源 6 1 から出射され開口絞り 3 3 で絞られた出射光を光ディスク 2 に集光するように配設されている。

受光部 6 3 は、図 1 5 に示すように、第 1 の回折格子 7 5 で分割された 0 次光であるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 と、第 1 の回折格子 7 5 で分割された ± 1 次光である 2 つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 とを有している。受光部 6 3 は、複合光学素子 6 2 の分割プリズム 7 8 によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部 6 3 には、中央に位置して略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 9 1 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 がそれぞれ配設されている。

受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 を有している。これら各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 には、分割プリズム 7 8 によって 4 分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

第 1 の遮光板 6 4 は、光源 6 1 と複合光学素子 6 2 との間に射出光の有効光束に対応する略円形状の開口部が設けられており、有効光束以外の不要な光束を開口制限することで遮光するようにされており、複合光学素子 6 2 内に迷光が入り込まないようにすることができる。

第 2 の遮光板 6 5 は、複合光学素子 6 2 と受光部 6 3 との間に戻り光の有効光束に対応する略円形状の開口部が設けられており、有効光束以外の不要な光束を開口制限することで遮光するようにされており、複合光学素子 6 2 内の分割プリズム 7 8 を透過しない迷光が受光部 6 3 に入り込まないようにすることができる。

なお、第1の遮光板64及び第2の遮光板65は、開口部の形状が略円形に限定されるものではなく、略楕円形状や略多角形状等の他の形状とされていてもよい。

第1の遮光板64及び第2の遮光板65は、図11及び図12中において、第1の回折格子75により分割された0次光、すなわちメインビームに対応する開口部のみが設けられた形状を示しているが、±1次光、すなわちサイドビームに対応する開口部を設けるか、開口部の形状を変形させる必要がある。

光ピックアップ3が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、対物レンズ34を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを対物レンズ34の光軸に平行なフォーカシング方向及び対物レンズ34の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部63のメインビーム用フォトディテクタ91が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ92、93が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、対物レンズ34をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク2の記録面2aの記録トラックに出射光を合焦させる。

なお、上述した複合光学素子62は、分割プリズム78が例えば八角錐に形成されるときでもよい。この場合には、受光部63のメインビーム用フォトディテクタ91が、受光面の中央から放射状の分割線によって8分割されるように構成されてもよい。また、複合光学素子62は、分割プリズム78が、第4の面84に対して内方側に設けられたが、第4の面84に対して外方側に突設されてもよい。さらに、複合光学素子62は、分割プリズム78が、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部63のメインビーム用フォトディテクタ91の分割領域を対応するように設けることとなる。さらに、複合光学素子62は、第1の回折格子75、第2の回折格子76、及び第3の回折格子77がそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、

ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

複合光学素子 62 は、分割プリズム 78 の代わりに、図 16 に示すように、4 つの領域に分割されたグレーティング 79 を用いても同等の効果を得ることができる。この場合に、グレーティング 79 は、分割プリズム 78 と同等の効果を得られるように、分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 が設けられ、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y_1 と y_3 との溝を形成する方向と、分割領域 y_2 と y_4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング 79 は、入射した光ディスク 2 からの戻り光を、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて 4 分割し、受光部 63 のメインビーム用フォトディテクタ 91 に導く。グレーティング 79 は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

さらに、複合光学素子 62 は、内部に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることにより光学設計の自由度を向上させることができる。

さらにまた、複合光学素子 62 は、分割プリズム 78 に入射する光ディスク 2 からの戻り光の入射角が分割プリズム 78 の各面に対して 45° 以下となるようにする、すなわち分割プリズム 78 の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ 91 内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ 91 とサイドビーム用フォトディテクタ 92, 93 との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ 3 の組立精度を緩くすることができる。

以上のような光学系 60 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 34

がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 3 4 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 1 2 及び誤り訂正回路 1 3 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 1 4 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、図 1 1 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a から情報を再生する場合、光源 6 1 から出射された出射光は、第 1 の遮光板 6 4 に不要光を遮光されて有効光束のみ複合光学素子 6 2 に入射し、複合光学素子 6 2 の第 1 の回折格子 7 5 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 6 2 の第 2 の回折格子 7 6 を透過されて、対物レンズ 3 4 により光ディスク 2 の記録面 2 a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2 a からの戻り光は、複合光学素子 6 2 の第 2 の回折格子 7 6 により回折し、第 3 の面 8 3 に向かう光路に導かれて、+1 次光が第 3 の回折格子 7 7 に入射される。第 3 の回折格子 7 7 に入射された第 2 の回折格子 7 6 からの+1 次光は、第 3 の回折格子 7 7 により反射及び回折し、一次光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射される。分割プリズム 7 8 の正四角錐の頂角に入射された-1 次光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、第 2 の遮光板 6 5 により不要光が遮光されて有効光束のみ受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ照射される。

第 3 の回折格子 7 7 で回折された回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射されるとき、図 1 7 B に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム 7 8 の頂角には、ほぼ円形とされた回折光が入射される。

一方、回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射されるとき、図 1 7 A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、

対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 6 2 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 7 8 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射されるとき、図 1 7 C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 6 2 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 7 8 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

したがって、対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 7 8 の頂角に回折光が入射するとき、分割プリズム 7 8 の互いに対向する 2 組の周面 x_1 , x_3 と周面 x_2 , x_4 には、一方の組の各周面に回折光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に回折光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 1 7 A に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 7 8 には、回折光の大部分が一組の対向する各周面 x_1 , x_3 に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_2 , x_4 に入射する。図 1 7 C に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 7 8 には、回折光の大部分が一組の各周面 x_2 , x_4 に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_1 , x_3 に入射する。

第 1 の回折格子 7 5 で分割された 0 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光は、第 2 の回折格子 7 6 で回折され -1 次光とされて、この -1 次光が分割プリズム 7 8 の各周面 x_1 , x_2 , x_3 , x_4 にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ入射する。

このため、図 1 8 A 及び図 1 8 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 の互いに対向する 2 組の各受光領域 a_2 , c_2 と各受光領域 b_2 , d_2 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 1 7 A に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 7 8 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、図 1 8 A に示すように、対向

する各受光領域 a_2 , c_2 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_2 , d_2 が受光する受光量が少なくなる。また、図 17C に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 78 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 91 は、図 18C に示すように、対向する各受光領域 b_2 , d_2 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_2 , c_2 が受光する受光量が少なくなる。

図 17B に示すような円形の回折光が分割プリズム 78 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 91 は、図 18B に示すように、対向する各受光領域 a_2 , c_2 と各受光領域 b_2 , d_2 の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 91 は、各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 がそれぞれ検出する各出力を S_{a_2} , S_{b_2} , S_{c_2} , S_{d_2} とすると、フォーカシングエラー信号 FE は、以下の式 22 に示すように計算することができる。

$$FE = (S_{a_2} + S_{c_2}) - (S_{b_2} + S_{d_2}) \quad \cdots (22)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 91 では、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が合焦位置に位置された場合、式 22 によって演算されるフォーカシングエラー信号 FE が 0 となる。また、メインビーム用フォトディテクタ 91 では、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が正となり、光ディスク 2 の記録面 2a に対して対物レンズ 34 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が負となる。

上述のように受光部 63 のメインビーム用フォトディテクタ 91 は、各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 FE を得るとともに再生信号を得る。

一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 92, 93 は、第 1 の回折格子 75 で分割された ± 1 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光の各受光量を検出し、これら ± 1 次光の各出力の差分を演算することによってトラッキングエラー信号 TE を得る。

以上のように光ディスク装置 1 は、光学系 30 又は光学系 60 を有する光ピッ

クアップ 3 により得られたフォーカシングエラー信号 F E 及びトラッキングエラー信号 T E に基づいて、サーボ回路 10 がレンズ駆動機構を制御して対物レンズ 34 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク 2 の記録面 2 a に出射光を合焦させて、光ディスク 2 から情報を再生する。

上述したように、光ディスク装置 1 は、光学系 30 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を回折する第 2 の回折格子 46 と、この第 2 の回折格子 46 により回折された +1 次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第 3 の回折格子 47 とが設けられた複合光学素子 32 を有することにより、周囲の温度変化により受発光一体型素子 31 から出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

このため、光ディスク装置 1 は、従来の光学系と比して部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号 F E の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を回折する第 2 の回折格子 76 と、この第 2 の回折格子 76 により回折された +1 次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第 3 の回折格子 77 と、この第 3 の回折格子 77 により回折された -1 次光を戻り光としてこの戻り光を 4 分割する分割プリズム 78 とが設けられた複合光学素子 62 を有することにより、周囲の温度変化により光学素子 61 から出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

このため、光ディスク装置 1 は、従来の光学系と比して部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号 F E の信頼性を向上することができる。

また、光ディスク装置 1 は、光学系 30 を有する光ピックアップ 3 において、複合光学素子 32 のみで、出射光と戻り光とを分離し、受発光一体型素子 31 から出射される出射光の波長変動により発生する光路変動を補正する機能を備えているため、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 30 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能とされる。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 3 0 が複合光学素子 3 2 有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 において、複合光学素子 6 2 のみで、出射光と戻り光とを分離し、光源 6 1 から出射される出射光の波長変動により発生する光路変動を補正する機能を備えているため、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 6 0 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能とされる。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 6 0 が複合光学素子 6 2 有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 3 0 を有する光ピックアップ 3 を用いる場合、光源と受光素子とが一体化された受発光一体型素子 3 1 を用いた光学ユニットとされているので、さらに部品点数を削減し、製造コストの低減を実現することが可能とされる。

光ディスク装置 1 は、光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 7 8 を有する複合光学素子 6 2 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 7 8 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタの分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の位置調整を容易に行うことが可能とされて、得られるフォーカシングエラー信号 F E の信頼性を向上することができる。

さらに、光ディスク装置 1 は、光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 が、光源 6 1 から出射された出射光の有効光束のみを複合光学素子 6 2 に導く第 1 の遮光

板 6 4 を有することにより、複合光学素子 6 2 内に入射する不要光を遮光し、複合光学素子 6 2 内における迷光の乱反射を低減させることができる。光ディスク装置 1 は、光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 が、複合光学素子 6 2 を透過する戻り光の有効光束のみを受光部 6 3 に導く第 2 の遮光板 6 5 を有することにより、受光部 6 3 に入射する不要光を遮光し、受光部 6 3 における光検出レベルの信頼性を向上させることができる。

なお、光ディスク装置 1 は、光学系 6 0 を有する光ピックアップが、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、第 1 の遮光板 6 4 及び第 2 の遮光板 6 5 を有する例に限定されず、例えば、複合光学素子 6 2 の表面に光を吸収する塗料を塗布したり、複合光学素子 6 2 の表面に光を透過しない膜を蒸着したり、若しくは、複合光学素子 6 2 の表面を粗面化することで、不要光を遮光するようにしてもよい。

光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシングエラー信号 F E を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。

さらに、光ディスク装置 1 は、上述した複合光学素子 3 2 及び複合光学素子 6 2 のように 1 つの素子を構成することが難しい場合、各光学素子を個別に上述と同じような配置とする光学系とすることで同様の機能を得ることができることは言うまでもない。

そこで、以下では、複合光学素子 3 2 及び複合光学素子 6 2 のように 1 つの素子により構成せずに各光学素子を上述と同じような配置とする光学系を備える光ピックアップ 3 の構成例について説明する。なお、上述の複合光学素子 3 2 又は複合光学素子 6 2 を有する光ピックアップ 3 では、光路変動を補正する光学系を有していたが、以下での例に示す光ピックアップ 3 では、非点収差を補正する光学系を有する例を説明する。

まず第 1 の例として、光ピックアップ 3 は、例えば、図 1 9 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 1 0 0 と、この光学系 1 0 0 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系 1 0 0 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 3 0 又は 6 0 を有する光ピックアップ 3 と共通する構成については共通の符号を付して詳細

な説明は省略する。

光ピックアップ3が有する光学系100は、光路順に、レーザ光を光ディスク2に出射する光源101と、この光源101から出射された出射光を3分割する回折格子102と、回折格子102により3分割された出射光を反射させるとともに光ディスク2からの戻り光を透過させるビームスプリッタ103と、ビームスプリッタ103で反射された出射光を所定の開口数NAに絞る開口絞り104と、この開口絞り104により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる対物レンズ105と、ビームスプリッタ103を透過した光ディスク2からの戻り光を4分割する分割プリズム106と、分割プリズム106で分離された戻り光を受光する受光部107とを有している。

光源101は、波長が例えば780nm程度のレーザ光を発光点101aから出射する半導体レーザを有している。

回折格子102は、光源101から出射された出射光を0次光及び±1次光となるように3分割する回折素子であり、出射光の分散方向は、光ディスク2の記録トラック方向に対応するようにされている。光学系100は、トラッキングエラー信号TEを得るために、いわゆるDPP(Differential Push-Pull)法が適用されており、回折格子102により分割された±1次光を受光部107で受光してトラッキングサーボを行うように構成されている。

ビームスプリッタ103は、第1の面103aと第2の面103bとからなる透光性を有する平行平板部材であり、光源101から出射された出射光に対して第1の面103aと第2の面103bとが所定の角度を有するように配置され、光源101から出射された出射光を第1の面103aで反射して光ディスク2側に導くとともに、光ディスク2で反射された戻り光を第1の面103a及び第2の面103bを透過させて分割プリズム106に導くようになっている。

ビームスプリッタ103は、光ディスク2からの戻り光が通過することによって、分割プリズム106に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ103は、光源101から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク2に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

ここで、ビームスプリッタ103の第1の面103aには、2波長光源101から出射された出射光を反射し、光ディスク2からの戻り光を透過させるハーフミラー面が設けられている。また、ビームスプリッタ103の第2の面103bには、光ディスク2からの戻り光の非点収差量を補正する回折素子が設けられており、ビームスプリッタ103を透過する戻り光の非点収差量がフォーカス調整に適切となるように補正する。このような回折素子は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレーズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

開口絞り104は、所定の開口数となるように出射光を絞るために、ビームスプリッタ103の第1の面103aで反射した出射光の光軸上に位置して配設されている。

対物レンズ105は、少なくとも1つの凸レンズにより構成され、光源101から出射され開口絞り104で絞られた出射光を光ディスク2に集光するように配設されている。

分割プリズム106は、図20及び図21に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ103を透過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム106は、ビームスプリッタ103を透過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する。

また、分割プリズム106は、回折格子102で分割された3ビームにおける0次光が、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム106は、正四角錐の底面が、回折格子102で分割された3ビームにおける0次光の光軸に対して直交するように配設されている。

分割プリズム106は、樹脂材料を射出成型することにより形成される。なお、分割プリズム106を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

受光部107は、図22に示すように、回折格子102で分割された0次光で

あるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ111と、回折格子102で分割された±1次光である2つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ112, 113とを有している。受光部107は、分割プリズム106によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部107には、中央に位置して略方形状のメインビーム用フォトディテクタ111が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ111を間に挟み込んで両側に位置して一組の略方形状のサイドビーム用フォトディテクタ112, 113がそれぞれ配設されている。

受光部107のメインビーム用フォトディテクタ111は、互いに直交する一組の分割線によって4等分割された各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 を有している。これら各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 には、分割プリズム106によって4分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

受光部107のサイドビーム用フォトディテクタ112, 113は、それぞれ分割線によって2等分割された受光領域 e_3 , f_3 , 受光領域 g_3 , h_3 を有している。これら各受光領域 e_3 , f_3 には、回折格子102で分割された±1次光に対応する光ディスク2からの戻り光の一方が照射され、これら各受光領域 g_3 , h_3 には、回折格子102で分割された±1次光に対応する光ディスク2からの戻り光の他方が照射される。

光ピックアップ3が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、対物レンズ105を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを対物レンズ105の光軸に平行なフォーカシング方向及び対物レンズ105の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部107のメインビーム用フォトディテクタ111が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ112, 113が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、対物レンズ105をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク2の記録面2aの記録トラックに出射光を合焦させる。

以上のような光学系100を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置

1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 100 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、図 19 に示すように、光源 101 から出射された出射光は、回折格子 102 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 103 の第 1 の面 103a で反射されて、開口絞り 104 により所定の開口数に絞られ、対物レンズ 105 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、ビームスプリッタ 103 の第 1 の面 103a で屈折してビームスプリッタ 103 内を透過して、第 2 の面 103b で屈折し、さらに非点収差量を補正されて、回折格子 102 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 106 の頂角に入射される。分割プリズム 106 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a₃, b₃, c₃, d₃ にそれぞれ照射される。また、回折格子 102 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 103 を透過した戻り光の一方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 112 の各受光領域 e₃, f₃ にそれぞれ照射され、他方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 113 の各受光領域 g₃, h₃ にそれぞれ照射される。

ここで、ビームスプリッタ 103 を透過した戻り光が分割プリズム 106 の頂

角に入射されるとき、図 2 3 B に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム 1 0 6 の頂角には、ほぼ円形とされた戻り光が入射される。

一方、戻り光が分割プリズム 1 0 6 の頂角に入射されるとき、図 2 3 A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が近づき過ぎた場合、対物レンズ 1 0 5 が合焦位置から外れるため、戻り光がビームスプリッタ 1 0 3 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 0 6 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた戻り光が入射される。

戻り光が分割プリズム 1 0 6 の頂角に入射されるとき、図 2 3 C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が遠ざかり過ぎた場合、対物レンズ 1 0 5 が合焦位置から外れるため、戻り光がビームスプリッタ 1 0 3 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 0 6 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた戻り光が入射される。

したがって、対物レンズ 1 0 5 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 1 0 6 の頂角に戻り光が入射するとき、分割プリズム 1 0 6 の互いに対向する 2 組の周面 x_5 , x_7 と周面 x_6 , x_8 には、一方の組の各周面に戻り光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に戻り光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 2 3 A に示すように楕円形とされた戻り光が入射する分割プリズム 1 0 6 には、戻り光の大部分が一組の対向する各周面 x_5 , x_7 に入射するとともに、戻り光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_6 , x_8 に入射する。図 2 3 C に示すように楕円形とされた戻り光が入射する分割プリズム 1 0 6 には、戻り光の大部分が一組の各周面 x_6 , x_8 に入射するとともに、戻り光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_5 , x_7 に入射する。

光ディスク 2 からの戻り光のうち回折格子 1 0 2 で分割された 0 次光は、分割プリズム 1 0 6 の各周面 x_5 , x_6 , x_7 , x_8 にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 1 0 7 のメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 にそれぞれ入射する。

このため、図 2 4 A 及び図 2 4 C に示すように、メインビーム用フォトディテ

クタ 1 1 1 の互いに対向する 2 組の各受光領域 a_3 , c_3 と各受光領域 b_3 , d_3 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 2 3 A に示すような楕円形の戻り光が分割プリズム 1 0 6 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 4 A に示すように、対向する各受光領域 a_3 , c_3 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_3 , d_3 が受光する受光量が少なくなる。また、図 2 3 C に示すような楕円形の戻り光が分割プリズム 1 0 6 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 4 C に示すように、対向する各受光領域 b_3 , d_3 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_3 , c_3 が受光する受光量が少なくなる。

また、図 2 3 B に示すような円形の戻り光が分割プリズム 1 0 6 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 4 B に示すように、対向する各受光領域 a_3 , c_3 と各受光領域 b_3 , d_3 の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 がそれぞれ検出する各出力を $S a_3$, $S b_3$, $S c_3$, $S d_3$ とすると、フォーカシングエラー信号 $F E$ は、以下の式 2 3 に示すように計算することができる。

$$F E = (S a_3 + S c_3) - (S b_3 + S d_3) \cdots (23)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が合焦位置に位置された場合、式 2 3 によって演算されるフォーカシングエラー信号 $F E$ が 0 となる。また、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 1 0 5 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が負となる。

上述のように受光部 1 0 7 のメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 では、各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 $F E$ を得るとともに再生信号を得る。

また、一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 では、光ディスク 2 からの戻り光うち回折格子 102 で分割された ±1 次光の各受光量を各受光領域 e_3 , f_3 , g_3 , h_3 で受光する。

したがって、サイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 は、各受光領域 e_3 , f_3 , g_3 , h_3 がそれぞれ検出する各出力を S_{e_3} , S_{f_3} , S_{g_3} , S_{h_3} とすると、トラッキングエラー信号 TE は、以下の式 24 に示すように計算することができる。

$$TE = (S_{a_3} + S_{c_3}) - (S_{b_3} + S_{d_3}) \\ - \alpha ((S_{e_3} - S_{f_3}) + (S_{g_3} - S_{h_3})) \quad \dots (24)$$

以上のように構成された光学系 100 を有する光ピックアップ 3 では、ビームスプリッタ 103 の第 2 の面 103b により非点収差量を適切に補正することができ、分割プリズム 106 により戻り光を 4 分割することができるので、受光部 107 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第 2 の例として、光ピックアップ 3 は、例えば、図 25 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 120 と、この光学系 120 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系 120 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 100 を有する光ピックアップ 3 と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 120 は、光路順に、レーザ光を光ディスク 2 に出射する光源 101 と、この光源 101 から出射された出射光を 3 分割する回折格子 102 と、回折格子 102 により 3 分割された出射光と光ディスク 2 からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ 123 と、ビームスプリッタ 123 で分離された出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 104 と、この開口絞り 104 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる対物レンズ 105 と、ビームスプリッタ 123 を通過した光ディスク 2 からの戻り光を 4 分割する分割プリズム 106 と、分割プリズム 106 で分離された戻り光を受光する受光部 107 とを有している。

ビームスプリッタ 123 は、第 1 の面 123a と第 2 の面 123b とからなる

透光性を有する平行平板部材であり、光源 101 から出射された出射光に対して第 1 の面 123 a と第 2 の面 123 b とが所定の角度を有するように配置され、光源 101 から出射されたレーザ光を第 1 の面 123 a で反射して光ディスク 2 側に導くとともに、光ディスク 2 で反射された戻り光を第 1 の面 123 a を透過させ第 2 の面 123 b で反射させ、さらに第 1 の面 123 a を透過させて分割プリズム 106 に導くようになっている。ビームスプリッタ 123 は、第 2 の面 123 b が全反射面とされており、この第 2 の面 123 b が、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射するようになっている。

ビームスプリッタ 123 は、光ディスク 2 からの戻り光が通過することによって、分割プリズム 106 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ 123 は、光源 101 から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

ここで、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123 a には、2 波長光源 101 から出射された出射光を反射し、光ディスク 2 からの戻り光を透過させるハーフミラー面が設けられている。また、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123 a における光ディスク 2 からの戻り光の出射領域には、光ディスク 2 からの戻り光の非点収差量を補正する回折素子が設けられており、ビームスプリッタ 123 を透過する戻り光の非点収差量がフォーカス調整に適切となるように補正する。このような回折素子は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

分割プリズム 106 は、図 20 及び図 21 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ 123 を透過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム 106 は、ビームスプリッタ 123 を通過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を 4 分割する。

以上のような光学系 120 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置

1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 120 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、図 22 に示すように、光源 101 から出射された出射光は、回折格子 102 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123a で反射されて、開口絞り 104 により所定の開口数に絞られ、対物レンズ 105 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123a で屈折してビームスプリッタ 123 内を透過して、第 2 の面 123b で反射され、第 1 の面 123a の入射領域とは異なる出射領域において非点収差量を補正されるとともに透過し、回折格子 102 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 106 の頂角に入射される。分割プリズム 106 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s にそれぞれ照射される。回折格子 102 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 123 を透過した戻り光の一方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 112 の各受光領域 e_s , f_s にそれぞれ照射され、他方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 113 の各受光領域 g_s , h_s にそれぞれ照射される。

以上のように構成された光学系 120 を有する光ピックアップ 3 では、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123a における出射領域に設けられた回折素子により非点収差量を適切に補正することができ、分割プリズム 106 により戻り光を 4 分割することができるので、受光部 107 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第 3 の例として、光ピックアップ 3 は、例えば、図 26 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 130 と、この光学系 130 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系 130 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 100 を有する光ピックアップ 3 と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 130 は、光路順に、レーザ光を光ディスク 2 に出射する光源 101 と、この光源 101 から出射された出射光を 3 分割する回折格子 102 と、回折格子 102 により 3 分割された出射光と光ディスク 2 からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ 133 と、ビームスプリッタ 133 で分離された出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 104 と、この開口絞り 104 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる対物レンズ 105 と、ビームスプリッタ 133 を透過した光ディスク 2 からの戻り光を 4 分割する分割プリズム 106 と、分割プリズム 106 で分離された戻り光を受光する受光部 107 とを有している。

ビームスプリッタ 133 は、第 1 の面 133a と、この第 1 の面 133a に対して平行な第 2 の面 133b と、第 1 の面 133a 及び第 2 の面 133b との間に出射光の光軸に対して所定の角度だけ傾いた第 3 の面 133c と、第 1 の面 133a 及び第 2 の面 133b と直交する第 4 の面 133d と、第 3 の面 133c と略平行とされた第 5 の面 133e とからなる透光性を有する部材である。ビームスプリッタ 133 は、光源 101 から出射された出射光に対して第 1 の面 133a と第 2 の面 133b とが略直交するように配置され、光源 101 から出射された出射光を第 1 の面 133a を透過させ、第 3 の面 133c で反射して第 4 の面 133d を透過させて光ディスク 2 側に導くとともに、光ディスク 2 で反射さ

れた戻り光を第4の面133d及び第3の面133cを透過させ第5の面133eで反射させ、第1の面133aの出射領域を透過させて分割プリズム106に導くようになっている。

ビームスプリッタ133は、第5の面133eが全反射面とされており、この第5の面133eが、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射するようになっている。

また、ビームスプリッタ133は、光ディスク2からの戻り光が通過することによって、分割プリズム106に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ133は、光源101から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク2に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

ここで、ビームスプリッタ133の第3の面133cには、2波長光源101から出射された出射光を反射し、光ディスク2からの戻り光を透過させるハーフミラー面が設けられている。また、ビームスプリッタ133の第1の面133aにおける光ディスク2からの戻り光の出射領域には、光ディスク2からの戻り光の非点収差量を補正する回折素子が設けられており、ビームスプリッタ133を通過する戻り光の非点収差量がフォーカス調整に適切となるように補正する。このような回折素子は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

分割プリズム106は、図20及び図21に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ133を透過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム106は、ビームスプリッタ133を通過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する。

以上のような光学系130を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置1は、光ディスク2からの戻り光によって光ピックアップ3が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路10から

光ピックアップ3の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ105がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ105を介して光ディスク2の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置1は、光ピックアップ3によって読み取られた信号が信号復調回路12及び誤り訂正回路13により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース14から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系130を有する光ピックアップ3内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置1が、光ディスク2の記録面2aから情報を再生する場合、図26に示すように、光源101から出射された出射光は、回折格子102によって0次光及び±1次光からなる3ビームにそれぞれ分割される。3ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ133の第1の面133aを透過して第3の面133cで反射され第4の面133dを透過して、開口絞り104により所定の開口数に絞られ、対物レンズ105により光ディスク2の記録面2aに集光される。

光ディスク2の記録面2aからの戻り光は、ビームスプリッタ133の第4の面133d及び第3の面133cを透過し第5の面133eで反射され、第1の面133aの入射領域とは異なる出射領域において非点収差量を補正されるとともに透過し、回折格子102で分割された0次光に対応する戻り光が分割プリズム106の頂角に入射される。分割プリズム106の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4本の戻り光に4分割されて、受光部107のメインビーム用フォトディテクタ111の各受光領域a₃, b₃, c₃, d₃にそれぞれ照射される。回折格子102で分割された±1次光に対応するビームスプリッタ133を透過した戻り光の一方は、受光部107のサイドビーム用フォトディテクタ112の各受光領域e₃, f₃にそれぞれ照射され、他方は、受光部107のサイドビーム用フォトディテクタ113の各受光領域g₃, h₃にそれぞれ照射される。

以上のように構成された光学系130を有する光ピックアップ3では、ビームスプリッタ133の第1の面133aにおける出射領域に設けられた回折素子に

より非点収差量を適切に補正することができ、分割プリズム106により戻り光を4分割することができるので、受光部107の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第4の例として、光ピックアップ3は、例えば、図27に示すように、光ディスク2から情報を再生する光学系140と、この光学系140が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系140を有する光ピックアップ3について説明するが、光学系100を有する光ピックアップ3と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

光ピックアップ3が有する光学系140は、光路順に、レーザ光を光ディスク2に出射する光源101と、この光源101から出射された出射光を3分割する回折格子102と、回折格子102により3分割された出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ143と、ビームスプリッタ143で分離された出射光を所定の開口数NAに絞る開口絞り104と、この開口絞り104により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる対物レンズ105と、ビームスプリッタ143を透過した光ディスク2からの戻り光を4分割する分割プリズム106と、分割プリズム106で分離された戻り光を受光する受光部107とを有している。

ビームスプリッタ143は、第1の面143aと、この第1の面143aに垂直な第2の面143bと、第1の面143a及び第2の面143bと接する第3の面が略二等辺三角形をなす略三角柱形状された透光性を有する部材である。ビームスプリッタ143は、光源101から出射された出射光を第1の面143aで反射して光ディスク2側に導くとともに、光ディスク2で反射された戻り光を第1の面143aを透過させ第3の面143cで反射させ、第2の面143bを透過させて分割プリズム106に導くようになっている。ビームスプリッタ143は、第3の面143cが全反射面とされており、この第3の面143cが、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射するようになっている。

ビームスプリッタ143は、光ディスク2からの戻り光が通過することによっ

て、分割プリズム 106 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ 143 は、光源 101 から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

ここで、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143 a には、2 波長光源 101 から出射された出射光を反射し、光ディスク 2 からの戻り光を透過させるハーフミラー面が設けられている。また、ビームスプリッタ 143 の第 2 の面 143 b には、光ディスク 2 からの戻り光の非点収差量を補正する回折素子が設けられており、ビームスプリッタ 143 を透過する戻り光の非点収差量がフォーカス調整に適切となるように補正する。このような回折素子は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

分割プリズム 106 は、図 20 及び図 21 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ 143 を通過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム 106 は、ビームスプリッタ 143 を通過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を 4 分割する。

以上のような光学系 140 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 140 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2 a から情報を再生する場合、図 26 に示すように、光源 101 から出射された出射光は、回折格子 102 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143 a で反射され、開口絞り 104 により所定の開口数に絞られ、対物レンズ 105 により光ディスク 2 の記録面 2 a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2 a からの戻り光は、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143 a を透過し第 3 の面 143 c で反射され、第 2 の面 143 b において非点収差量を補正されるとともに透過し、回折格子 102 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 106 の頂角に入射される。分割プリズム 106 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a₃, b₃, c₃, d₃ にそれぞれ照射される。また、回折格子 102 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 143 を透過した戻り光の一方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 112 の各受光領域 e₃, f₃ にそれぞれ照射され、他方は、受光部 107 のサイドビーム用フォトディテクタ 113 の各受光領域 g₃, h₃ にそれぞれ照射される。

以上のように構成された光学系 140 を有する光ピックアップ 3 では、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143 a における出射領域に設けられた回折素子により非点収差量を適切に補正することができ、分割プリズム 106 により戻り光を 4 分割することができるので、受光部 107 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

以上のように第 1 乃至第 4 の例に示す光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 又は 140 を有する光ピックアップ 3 により得られたフォーカシングエラー信号 FE 及びトラッキングエラー信号 TE に基づいて、サーボ回路 10 がレンズ駆動機構を制御して対物レンズ 105 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク 2 の記録面 2 a に出射光を合焦させて、光ディスク 2 から情報を再生

する。

上述したように、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光をビームスプリッタ 103, 123, 133, 134 により非点収差量が適切なものとなるように補正することができるので、ビームスポットの形状の変形を抑制して戻り光を分割プリズム 106 に入射させることで、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 が、従来の光ピックアップと同様の構成を用いることができ、製造コストの低減を図ることができるとともに、光学素子の配置の自由度が広がり、光学系の設計を容易とすることができる。

さらに、光ディスク装置 1 は、図 19、図 25 乃至図 26 に示す光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 106 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 106 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテクタ 107 の各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタの分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 107 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 107 の位置調整を容易に行うことが可能とされて、得られるフォーカシングエラー信号 FE の信頼性を向上することができる。

なお、光ディスク装置 1 は、上述した分割プリズム 106 を、例えば八角錐に形成されるとしてもよい。この場合には、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 が、受光面の中央から放射状の分割線によって 8 分割されるように構成されてもよい。また、分割プリズム 106 は、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の分割領域を対応するように設けることとなる。

光ディスク装置 1 は、分割プリズム 106 を、略平板形状の光透過部材上にホ

ログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

さらに、光ディスク装置 1 は、分割プリズム 106 の代わりに、図 16 に示すように、4 つの領域に分割されたグレーティング 79 を用いても同等の効果を得ることができる。この場合に、グレーティング 79 は、分割プリズム 106 と同等の効果が得られるように、分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 が設けられ、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y_1 と y_3 との溝を形成する方向と、分割領域 y_2 と y_4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング 79 は、入射した光ディスク 2 からの戻り光を、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて 4 分割し、受光部 107 のメインビーム用フォトディテクタ 111 に導く。グレーティング 79 は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

光ディスク装置 1 は、光路中に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることでより光学設計の自由度を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、分割プリズム 106 に入射する光ディスク 2 からの戻り光の入射角が分割プリズム 106 の各面に対して 45° 以下となるようにする、すなわち分割プリズム 106 の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ 111 内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ 111 とサイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ 3 の組立精度を緩くすることができる。

なお、光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシン

グエラー信号 F E を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてトラッキングエラー信号 T E を得るために、いわゆる D P P 法が採用されたが、D P D (Differential Phase Detection) 法等の他の検出方法が用いられてもよい。

光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 において、非点収差量を補正する素子を、ビームスプリッタ 1 0 3, 1 2 3, 1 3 3, 1 3 4 の戻り光の出射面に設ける構成としたが、他の場所に設けるようにしてもよい。非点収差量を補正する素子を設ける場所としては、分割プリズム 1 0 6 の戻り光の入射面若しくは出射面が好ましい。

さらに、光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 において、非点収差量を補正する素子を、回折素子としたが、これに限定されるものではなく、シリンドリカル面等を設けるとしてもよい。

上述では、光路変動を補正する光学系 3 0 及び 6 0 を有する場合と、非点収差量を補正する光学系 1 0 0, 1 2 0, 1 3 0 及び 1 4 0 を有する場合とで、光ピックアップ 3 の構成及び動作について説明したが、光路変動を補正し且つ非点収差量を補正する光学系を有するとしてもよい。

そこで、以下では、光路変動を補正し且つ非点収差量を補正する光学系を備える光ピックアップ 3 の構成例について説明する。なお、光学系 3 0 及び光学系 6 0 を有する光ピックアップ 3 と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 1 5 0 は、図 2 8 に示すように、光路順に、レーザ光を光ディスク 2 に出射する光源 6 1 と、この光源 6 1 から出射された出射光を分割し、光ディスク 2 からの戻り光を出射光と分離するとともに、出射光と分離された戻り光をさらに分割する複合光学素子 1 5 1 と、光源 6 1 から出射され複合光学素子 1 5 1 を透過した出射光を所定の開口数 N A に絞る開口絞り 3 3 と、この開口絞り 3 3 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2 a に集光させる対物レンズ 3 4 と、光ディスク 2 からの戻り光を受光する受光部 1 5 2

光源 6 1 は、波長が例えば 7 8 0 n m 程度のレーザ光を発光点 6 1 a から出射

する半導体レーザを有している。

複合光学素子 1 5 1 は、図 2 8 及び図 2 9 に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、光源 6 1 に臨まされるとともにこの光源 6 1 の発光点 6 1 a から出射される出射光の光軸に直交する第 1 の面 1 5 3 と、この第 1 の面 1 5 3 と平行に対向する第 2 の面 1 5 4 と、第 2 の面 1 5 4 に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第 3 の面 1 5 5 と、第 1 の面 1 5 3 及び第 2 の面 1 5 4 に対して垂直且つ第 3 の面 1 5 5 に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第 4 の面 1 5 6 とを有している。

第 1 の面 1 5 3 には、光源 6 1 の発光点 6 1 a から出射された出射光を、0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームに分割する第 1 の回折格子 1 6 1 が設けられている。光学系 1 5 0 は、トラッキングエラー信号 T E を得るために、いわゆる D P P 法が適用されており、第 1 の回折格子 1 6 1 により分割された±1 次光を受光部 1 5 2 で受光することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第 2 の面 1 5 4 には、光ディスク 2 からの各戻り光のうち第 1 の回折格子 1 6 1 で分割された 0 次光及び±1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えば、この+1 次光を戻り光として出射光の光路と分離する第 2 の回折格子 1 6 2 が設けられている。

第 3 の面 1 5 5 には、第 2 の回折格子 1 6 2 によって分離された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を反射及び回折させて、さらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えばこの-1 次光を戻り光として第 2 の回折格子 1 6 2 で発生する光路変動を補正し、さらに非点収差量を補正するホログラム素子 1 6 3 が設けられている。

このホログラム素子 1 6 3 は、入射された戻り光が全反射するように第 3 の面 1 5 5 に所定の反射膜が設けられており、いわゆる反射型のホログラム素子として機能する。ホログラム素子 1 6 3 は、所定のホログラムパターンをエッチング処理することにより形成される。ホログラム素子 1 6 3 を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

第4の面156には、ホログラム素子163によって光路変動が補正され、且つ戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する分割プリズム164が設けられている。

この分割プリズム164は、図30及び図31に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ホログラム素子163によって反射及び回折された-1次光が、この回折光の焦点又は焦点近傍で、回折光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。

分割プリズム164は、複合光学素子151の内方に位置して、この内方側に頂角を向けて設けられている。すなわち、分割プリズム164は、第1の回折格子161で分割された3ビームにおける0次光が、第2の回折格子162で回折され、ホログラム素子163で反射及び回折されて、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム164は、正四角錐の底面が、ホログラム素子163で反射及び回折された-1次光の光軸に対して直交するように配設されている。

複合光学素子151は、第2の回折格子162で分離された戻り光が通過することによって、分割プリズム164に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子151は、光源61から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク2に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子151は、樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の第1の回折格子161、第2の回折格子162、ホログラム素子163及び分割プリズム164を形成してもよいし、機械加工により形成してもかまわない。なお、複合光学素子151を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

ここで、複合光学素子151は、複合光学素子32及び複合光学素子62で説明した場合と同様に、例えば、第2の回折格子162及びホログラム素子163の格子定数や第3の面155と第2の面154とがなす角度などを計算して複合

光学素子 1 5 1 を設計することで、波長変動による戻り光の光路変動を補正し、分割プリズム 1 6 4 の頂角にこの戻り光を正確に導くことができる。

また、複合光学素子 1 5 1 は、上述の光学系 1 0 0, 1 2 0, 1 3 0, 1 4 0 で説明した場合と同様に、第 3 の面 1 5 5 に設けられたホログラム素子 1 6 7 によりフォーカシングサーボに最適な非点収差量となるように補正することができる。

このように設計された複合光学素子 1 5 1 は、光源 6 1 から出射される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光が第 2 の回折格子 1 6 2 で +1 次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光をホログラム素子 1 6 3 で -1 次光として反射及び回折させることにより、光ディスク 2 からの戻り光を常に分割プリズム 1 6 4 の頂角に導き、分割プリズム 1 6 4 で分割された各戻り光を受光部 1 5 2 の受光領域の所定の位置に正確に導くことができる。

開口絞り 3 3 は、複合光学素子 1 5 1 の第 2 の回折格子 1 6 2 を通過した出射光の光軸上に位置して配設されている。

対物レンズ 3 4 は、少なくとも 1 つの凸レンズにより構成され、光源 6 1 から出射され開口絞り 3 3 で絞られた出射光を光ディスク 2 に集光するように配設されている。

受光部 1 5 2 は、図 3 2 に示すように、第 1 の回折格子 1 6 1 で分割された 0 次光であるメインビームを受光する略形状のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 と、第 1 の回折格子 1 6 1 で分割された ±1 次光である 2 つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略形状のサイドビーム用フォトディテクタ 1 7 2, 1 7 3 とを有している。受光部 1 5 2 は、複合光学素子 1 5 1 の分割プリズム 1 6 4 によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部 1 5 2 には、中央に位置して略形状のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略形状のサイドビーム用フォトディテクタ 1 7 2, 1 7 3 がそれぞれ配設されている。

また、受光部 1 5 2 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、互いに直交

する一組の分割線によって4等分割された各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 を有している。これら各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 には、分割プリズム164によって4分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

受光部152のサイドビーム用フォトディテクタ172, 173は、それぞれ分割線によって2等分割された受光領域 e_4 , f_4 , 受光領域 g_4 , h_4 を有している。これら各受光領域 e_4 , f_4 には、第1の回折格子161で分割された±1次光に対応する光ディスク2からの戻り光の一方が照射され、これら各受光領域 g_4 , h_4 には、第1の回折格子161で分割された±1次光に対応する光ディスク2からの戻り光の他方が照射される。

光ピックアップ3が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、対物レンズ34を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを対物レンズ34の光軸に平行なフォーカシング方向及び対物レンズ34の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部152のメインビーム用フォトディテクタ171が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ172, 173が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、対物レンズ34をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク2の記録面2aの記録トラックに出射光を合焦させる。

なお、上述した複合光学素子151は、分割プリズム164が例えば八角錐に形成されるとしてもよい。この場合には、受光部152のメインビーム用フォトディテクタ171が、受光面の中央から放射状の分割線によって8分割されるように構成されてもよい。複合光学素子151は、分割プリズム164が、第4の面156に対して内方側に設けられたが、第4の面156に対して外方側に突設されてもよい。さらに、複合光学素子151は、分割プリズム164が、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部152のメインビーム用フォトディテクタ171の分割領域を対応するように設けることとなる。さらに、複合光学素子151は、第1の回折格子161及び第2の回折格子162がそれぞれホログラム素子として所定のホ

ログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

複合光学素子 151 は、分割プリズム 164 の代わりに、図 16 に示すように、4 つの領域に分割されたグレーティング 79 を用いても同等の効果をを得ることができる。この場合に、グレーティング 79 は、分割プリズム 164 と同等の効果が得られるように、分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 が設けられ、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y_1 と y_3 との溝を形成する方向と、分割領域 y_2 と y_4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング 79 は、入射した光ディスク 2 からの戻り光を、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて 4 分割し、受光部 152 のメインビーム用フォトディテクタ 171 に導く。グレーティング 79 は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

さらに、複合光学素子 151 は、内部に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることににより光学設計の自由度を向上させることができる。

さらにまた、複合光学素子 151 は、分割プリズム 164 に入射する光ディスク 2 からの戻り光の入射角が分割プリズム 164 の各面に対して 45° 以下となるようにする、すなわち分割プリズム 164 の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ 171 内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ 171 とサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ 3 の組立精度を緩くすることができる。

以上のような光学系 150 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置

1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、対物レンズ 34 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が対物レンズ 34 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 150 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 は、図 28 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、光源 61 から出射された出射光が、複合光学素子 151 の第 1 の回折格子 161 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 151 の第 2 の回折格子 162 を透過されて、対物レンズ 34 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、複合光学素子 151 の第 2 の回折格子 162 により回折し、第 3 の面 155 に向かう光路に導かれて、+1 次光がホログラム素子 163 に入射される。ホログラム素子 163 に入射された第 2 の回折格子 162 からの+1 次光は、ホログラム素子 163 により反射及び回折し、-1 次光が分割プリズム 164 の頂角に入射される。ここで、ホログラム素子 163 において、第 2 の回折格子 162 からの+1 次光は、第 2 の回折格子 162 により発生する光路変動が補正されるとともに、非点収差量が補正される。分割プリズム 164 の正四角錐の頂角に入射された-1 次光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 152 のメインビーム用フォトディテクタ 171 の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ照射される。

ホログラム素子 163 で回折された回折光が分割プリズム 164 の頂角に入射

されるとき、図 3 3 A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム 1 6 4 の頂角には、ほぼ円形とされた回折光が入射される。

一方、回折光が分割プリズム 1 6 4 の頂角に入射されるとき、図 3 3 A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 1 5 1 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 6 4 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

また、回折光が分割プリズム 1 6 4 の頂角に入射されるとき、図 3 3 C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 1 5 1 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 6 4 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

したがって、対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 1 6 4 の頂角に回折光が入射するとき、分割プリズム 1 6 4 の互いに対向する 2 組の周面 x_9 , x_{11} と周面 x_{10} , x_{12} には、一方の組の各周面に回折光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に回折光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 3 3 A に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 1 6 4 には、回折光の大部分が一組の対向する各周面 x_9 , x_{11} に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_{10} , x_{12} に入射する。また、図 3 3 C に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 1 6 4 には、回折光の大部分が一組の各周面 x_{10} , x_{12} に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_9 , x_{11} に入射する。

第 1 の回折格子 1 6 1 で分割された 0 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光は、第 2 の回折格子 1 6 2 で回折され -1 次光とされて、この -1 次光が分割プリズム 1 6 4 の各周面 x_9 , x_{10} , x_{11} , x_{12} にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 1 5 2 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ入射する。

このため、図 3 4 A 及び図 3 4 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 の互いに対向する 2 組の各受光領域 a_4 , c_4 と各受光領域 b_4 , d_4 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 3 4 A に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 1 6 4 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 4 A に示すように、対向する各受光領域 a_4 , c_4 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_4 , d_4 が受光する受光量が少なくなる。図 3 4 C に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 1 6 4 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 4 C に示すように、対向する各受光領域 b_4 , d_4 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_4 , c_4 が受光する受光量が少なくなる。

また、図 3 3 B に示すような円形の回折光が分割プリズム 1 6 4 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 4 B に示すように、対向する各受光領域 a_4 , c_4 と各受光領域 b_4 , d_4 の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 がそれぞれ検出する各出力を $S a_4$, $S b_4$, $S c_4$, $S d_4$ とすると、フォーカシングエラー信号 $F E$ は、以下に示す式 2 5 で計算することができる。

$$F E = (S a_4 + S c_4) - (S b_4 + S d_4) \cdots (25)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置された場合、式 2 3 によって演算されるフォーカシングエラー信号 $F E$ が 0 となる。また、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が負となる。

上述のように受光部 1 5 2 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 $F E$ を得るとともに再生信号を得る。

一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 は、光ディスク 2 からの戻り光のうち第 1 の回折格子 161 で分割された ± 1 次光の各受光量を各受光領域 e_4, f_4, g_4, h_4 で受光する。

したがって、サイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 は、各受光領域 e_4, f_4, g_4, h_4 がそれぞれ検出する各出力を $S_{e4}, S_{f4}, S_{g4}, S_{h4}$ とすると、トラッキングエラー信号 TE は、以下の式 26 に示すように計算することができる。

$$TE = (S_{a4} + S_{c4}) - (S_{b4} + S_{d4}) \\ - \alpha ((S_{e4} - S_{f4}) + (S_{g4} - S_{h4})) \quad \dots (26)$$

以上のように光ディスク装置 1 は、光学系 150 を有する光ピックアップ 3 により得られたフォーカシングエラー信号 FE 及びトラッキングエラー信号 TE に基づいて、サーボ回路 10 がレンズ駆動機構を制御して対物レンズ 34 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク 2 の記録面 2a に出射光を合焦させて、光ディスク 2 から情報を再生する。

上述したように、光ディスク装置 1 は、光学系 150 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を回折する第 2 の回折格子 162 と、この第 2 の回折格子 162 により回折された $+1$ 次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折するホログラム素子 163 とが設けられた複合光学素子 151 を有することにより、周囲の温度変化により光源 61 から出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができるとともに、ホログラム素子 163 により非点収差量が適切に補正することができる。

このため、光ディスク装置 1 は、複合光学素子 151 のように部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号 FE の信頼性を向上することができる。

また、光ディスク装置 1 は、光学系 150 を有する光ピックアップ 3 において、複合光学素子 151 のみで、出射光と戻り光とを分離し、光源 61 から出射される出射光の波長変動により発生する光路変動を補正するとともに非点収差量を補正する機能を備えているため、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 150 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能と

される。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 150 が複合光学素子 151 を有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

さらに、光ディスク装置 1 は、図 28 に示す光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 164 を有する複合光学素子 151 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 164 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテクタ 171 の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタの分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 171 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 171 の位置調整を容易に行うことができる。得られるフォーカシングエラー信号 FE の信頼性を向上することができる。

なお、光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシングエラー信号 FE を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。

光ディスク装置 1 は、上述した複合光学素子 151 のように 1 つの素子を構成することが難しい場合、各光学素子を個別に上述と同じような配置とする光学系とすることで同様の機能を得ることができることは言うまでもない。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明に係る光ピックアップ装置によれば、光ディスク装置

においてこの複合光学素子を光ピックアップに用いることで、生産性を向上し、製造コストの低減を図り、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

さらに、本発明に係る光ディスク装置によれば、この複合光学素子を光ピックアップに用いることで、生産性を向上し、製造コストの低減を図り、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる光学装置は、光ディスクからの戻り光を回折素子により分離する際に、光源から出射する出射光の波長変動による光路のずれを波長変動補正手段により補正することで、受光手段に適切に光を導くことができるので、光ディスク装置におけるフォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

本発明に係る他の光学装置によれば、光ディスクからの戻り光を出射光の光路と分離する際に、最適な非点収差量となるように補正することで、光分割手段に導く戻り光の形状を良好なものとすることができるので、光ディスク装置におけるフォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

本発明に係る複合光学素子は、光ディスク装置においてこの複合光学素子を光ピックアップ装置に用いることで、生産性を向上し、製造コストの低減を図り、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

請求の範囲

1. 所定の波長の光を出射する光源と、

光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光を透過し上記光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、上記回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、

上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備える光ピックアップ装置。

2. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

3. 上記回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

4. 上記光路変動補正手段は、他の回折素子であり、上記回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

5. 上記他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光ピックアップ装置。

6. 更に、上記複合光学素子は、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割して上記受光手段の各受光領域に導く光分割手段を有する請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

7. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記光分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第6項記載の光ピックアップ装置。

8. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第6項記載の光ピックアップ装置。

9. 上記複合光学素子は、上記プリズムが、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割するとともに、

上記受光手段は、上記複合光学素子の上記プリズムで4分割された各戻り光を受光する上記受光領域が4分割されたことを特徴とする請求の範囲第8項記載の光ピックアップ装置。

10. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第8項記載の光ピックアップ装置。

11. 更に、上記複合光学素子は、上記光源から出射された出射光の光路上で上記出射光を上記回折素子へ反射させ、及び／又は上記回折素子で回折された戻り光の光路上で当該戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

12. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第11項記載の光ピックアップ装置。

13. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を有し、

上記受光手段は、上記光分割手段で分割された各戻り光のうち、上記更に他の回折素子で分割された0次光を、フォーカシングエラー信号を得るために受光し、上記更に他の回折素子で分割された±1次光を、トラッキングエラー信号を得るために受光することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

14. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記更に他の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第13項記載の光ピックアップ装置。

15. 上記更に他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第13項記載の光ピックアップ装置。

16. 上記光路変動補正手段は、上記光源から出射され光ビームの光路中で発生した非点収差を補正することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

17. 更に、上記光源と上記回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

18. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

19. 所定の波長の光を出射する光源と、

上記光源から出射された光ビームと光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、上記戻り光の光路中において非点収差量を補正するビームスプリッタと、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割する光分割手段と、

上記光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光ピックアップ装置。

20. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第19項記載の光ピックアップ装置。

21. 上記プリズムは、光路分離素子で分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第20項記載の光ピックアップ装置。

22. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記光路分離素子へ反射させ、及び／又は上記光路分離素子で分離された戻り光の光路上で

上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

23. 更に、上記光源と上記光路分離素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を 0 次光及び±1 次光に 3 分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第 20 項記載の光ピックアップ装置。

24. 上記ビームスプリッタは、第 1 の面及び第 2 の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻り光を上記第 1 の面及び第 2 の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

25. 上記ビームスプリッタは、第 1 の面及び第 2 の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻り光を上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して再び上記第 1 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

26. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第 1 の面、第 2 の面及び第 3 の面からなり、これらの面を略二等辺三角形形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻り光を上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して上記第 3 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

27. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

28. 更に、上記ビームスプリッタにより分離された戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の光ピックアップ装置。

29. 光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、上記光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、

上記光ピックアップは、所定の波長の光を出射する光源と、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光デ

ィスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光を透過させ、上記光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、上記回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、

上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを有することを特徴とする光ディスク装置。

30. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

31. 上記回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

32. 上記光路変動補正手段は、他の回折素子であり、上記回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

33. 上記他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第32項記載の光ディスク装置。

34. 更に、上記複合光学素子は、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割して上記受光手段の各受光領域に導く光分割手段を有することを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

35. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記光分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第34項記載の光ディスク装置。

36. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第34項記載の光ディスク装置。

37. 上記複合光学素子は、上記プリズムが、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割するとともに、

上記受光手段は、上記プリズムで4分割された各戻り光を受光する受光領域が4分割されたことを特徴とする請求の範囲第36項記載の光ディスク装置。

38. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第36項記載の光ディスク装置。

39. 更に、上記複合光学素子は、上記光源から出射された出射光の光路上で上記出射光を上記回折素子へ反射させ、及び／又は上記回折素子で回折された戻り光の光路上で当該戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を有することを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

40. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第39項記載の光ディスク装置。

41. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を有し、

上記受光手段は、上記光分割手段で分割された各戻り光のうち、上記更に他の回折素子で分割された0次光を、フォーカシングエラー信号を得るために受光し、上記更に他の回折素子で分割された±1次光を、トラッキングエラー信号を得るために受光することを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

42. 上記複合光学素子は、上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記更に他の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第41項記載の光ディスク装置。

43. 上記更に他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第41項記載の光ディスク装置。

44. 上記光路変動補正手段は、上記光源から出射され光ビームの光路中で発生した非点収差を補正することを特徴とする請求の範囲第29項記載の光ディスク装置。

45. 更に、上記光源と上記回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求

の範囲第 29 項記載の光ディスク装置。

46. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 29 項記載の光ディスク装置。

47. 光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、上記光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、

上記光ピックアップは、所定の波長の光を出射する光源と、

上記光源から出射された光ビームと上記光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、上記戻り光の光路中において非点収差量を補正するビームスプリッタと、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割する光分割手段と、

上記光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光ディスク装置。

48. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を 4 分割することを特徴とする請求の範囲第 47 項記載の光ディスク装置。

49. 上記プリズムは、光路分離素子で分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第 48 項記載の光ディスク装置。

50. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記光路分離素子へ反射させ、及び／又は上記光路分離素子で分離された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第 47 項記載の光ディスク装置。

51. 更に、上記光源と上記光路分離素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第48項記載の光ディスク装置。

52. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻り光を上記第1の面及び第2の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第47項記載の光ディスク装置。

53. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻り光を上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して再び上記第1の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第47項記載の光ディスク装置。

54. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第1の面、第2の面及び第3の面からなり、これらの面を略二等辺三角形形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻り光を上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して上記第3の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第47項記載の光ディスク装置。

55. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第47項記載の光ディスク装置。

56. 更に、上記ビームスプリッタにより分離された戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第47項記載の光ディスク装置。

57. 光源から出射された所定の波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、

上記回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを備える光学装置。

58. 上記回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第57項記載の光学装置。

59. 上記光路変動補正手段は、他の回折素子であり、上記回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第57項記載の光学装置。

60. 上記他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第59項記載の光学装置。

61. 更に、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段を備える請求の範囲第57項記載の光学装置。

62. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第61項記載の光学装置。

63. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第62項記載の光学装置。

64. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第62項記載の光学装置。

65. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記回折素子へ反射させ、及び／又は上記回折素子で回折された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第57項記載の光学装置。

66. 更に、上記光源と上記回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第57項記載の光学装置。

67. 上記更に他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第66項記載の光学装置。

68. 上記光路変動補正手段は、上記光源から出射され光ビームの光路中で発生した非点収差を補正することを特徴とする請求の範囲第57項記載の光学装置。

69. 更に、上記光源と上記回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第57項記載の光学装置。

70. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第57項記載の光学装置。

71. 光源から出射された所定の波長の出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するとともに、上記戻り光の光路中において非点収差量を補正するビームスプリッタと、

上記ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光学装置。

72. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第71項記載の光学装置。

73. 上記プリズムは、光路分離素子で分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第71項記載の光学装置。

74. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記光路分離素子へ反射させ、及び／又は上記光路分離素子で分離された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第71項記載の光学装置。

75. 更に、上記光源と上記光路分離素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第62項記載の光学装置。

76. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻り光を上記第1の面及び第2の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第71項記載の光学装置。

77. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成

され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻り光を上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して再び上記第 1 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 7 1 項記載の光学装置。

78. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第 1 の面、第 2 の面及び第 3 の面からなりこれらの面を略二等辺三角形形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻り光を上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して上記第 3 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 7 1 項記載の光学装置。

79. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 7 1 項記載の光学装置。

80. 更に、上記ビームスプリッタにより分離された戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 7 1 項記載の光学装置。

81. 光源から出射された所定の波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる回折素子と、

上記回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く光路変動補正手段とを備える複合光学素子。

82. 上記回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されることを特徴とする請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

83. 上記回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

84. 上記光路変動補正手段は、他の回折素子であり、上記回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

85. 上記他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 8 4 項記載の複合光学素子。

86. 更に、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される

位置に配置され、上記戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段を備える請求の範囲第 7 2 項記載の複合光学素子。

8 7. 上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記光分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 8 6 項記載の複合光学素子。

8 8. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第 8 6 項記載の複合光学素子。

8 9. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を 4 分割することを特徴とする請求の範囲第 8 8 項記載の複合光学素子。

9 0. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第 8 8 項記載の複合光学素子。

9 1. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記回折素子へ反射させ、及び／又は上記回折素子で回折された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

9 2. 上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 9 1 項記載の複合光学素子。

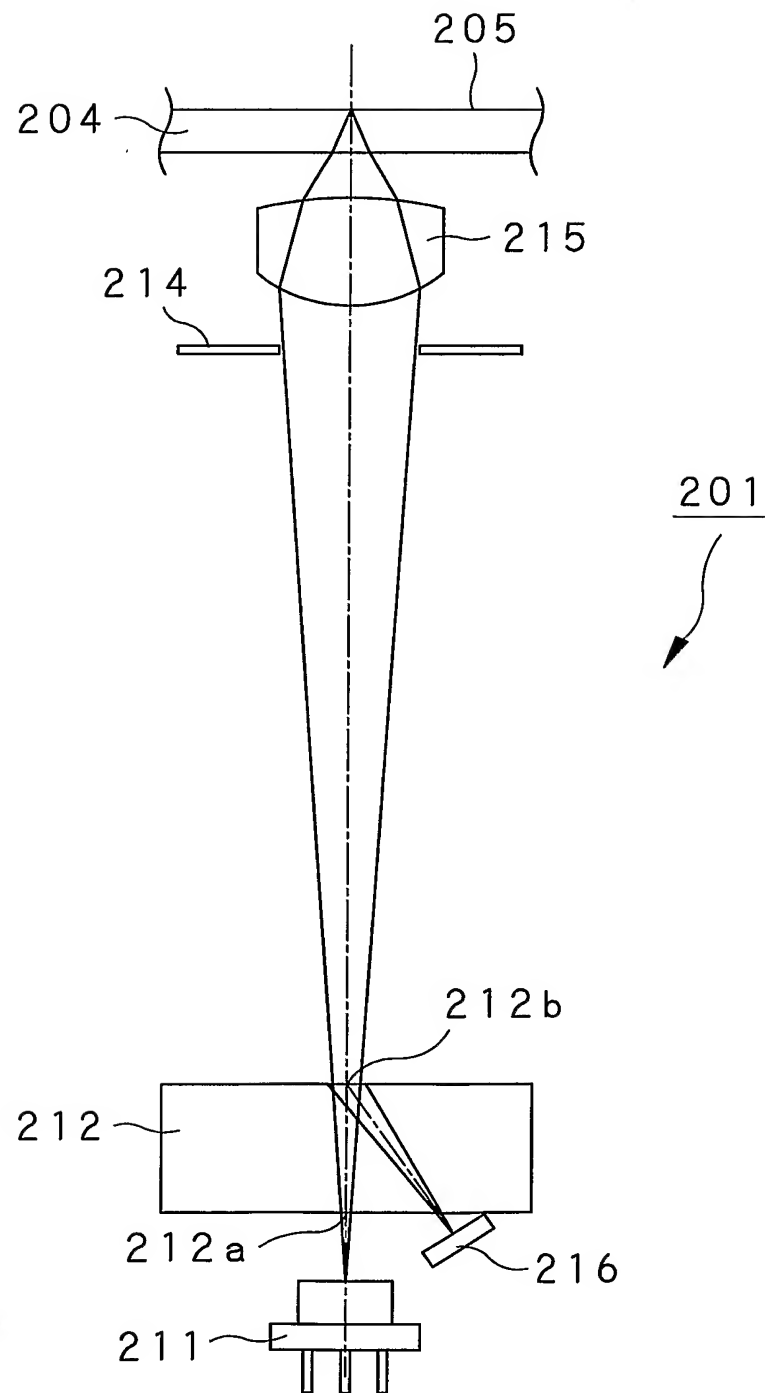
9 3. 更に、上記光源と上記回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を 0 次光及び ± 1 次光に 3 分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

9 4. 上記回折素子と上記光路変動補正手段と上記更に他の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 9 3 項記載の複合光学素子。

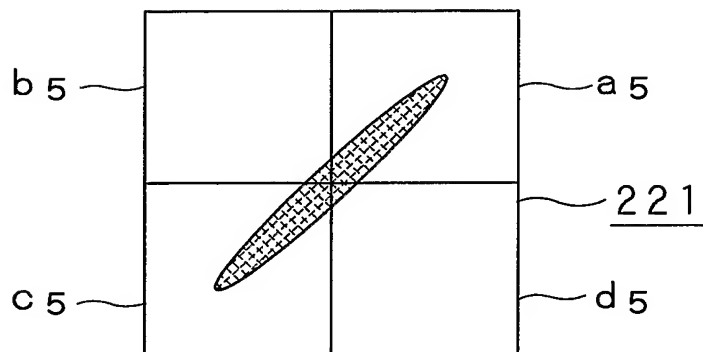
9 5. 上記更に他の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 9 3 項記載の複合光学素子。

9 6. 上記光路変動補正手段は、上記光源から出射され光ビームの光路中で発生した非点収差を補正することを特徴とする請求の範囲第 8 1 項記載の複合光学素子。

1/27

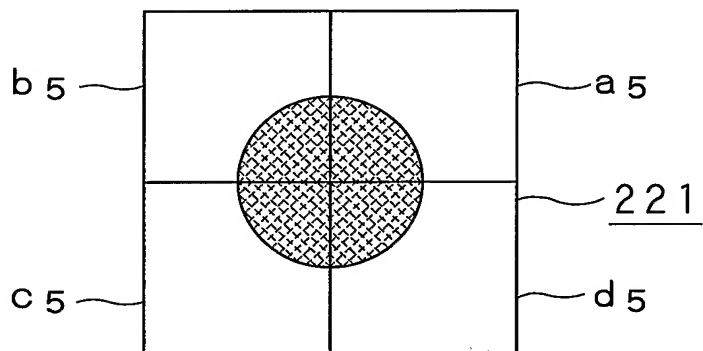
**FIG. 1**

2/27



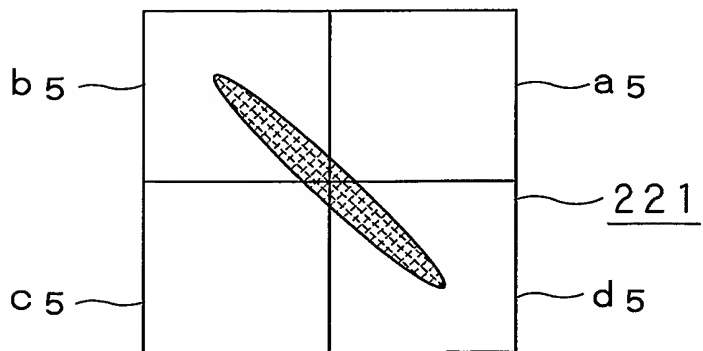
$$FE > 0$$

FIG. 2A



$$FE = 0$$

FIG. 2B



$$FE < 0$$

FIG. 2C

3/27

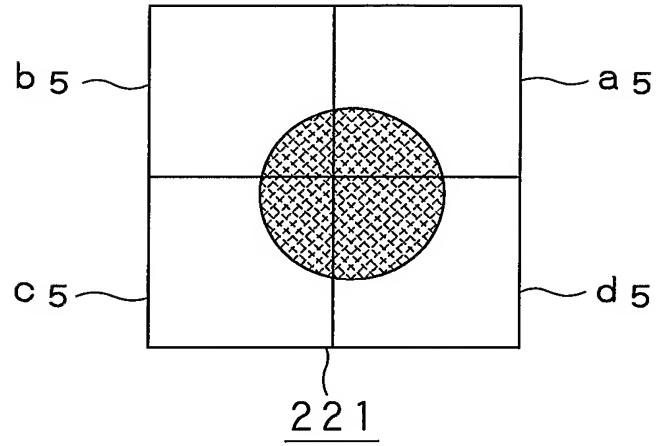


FIG. 3

4/27

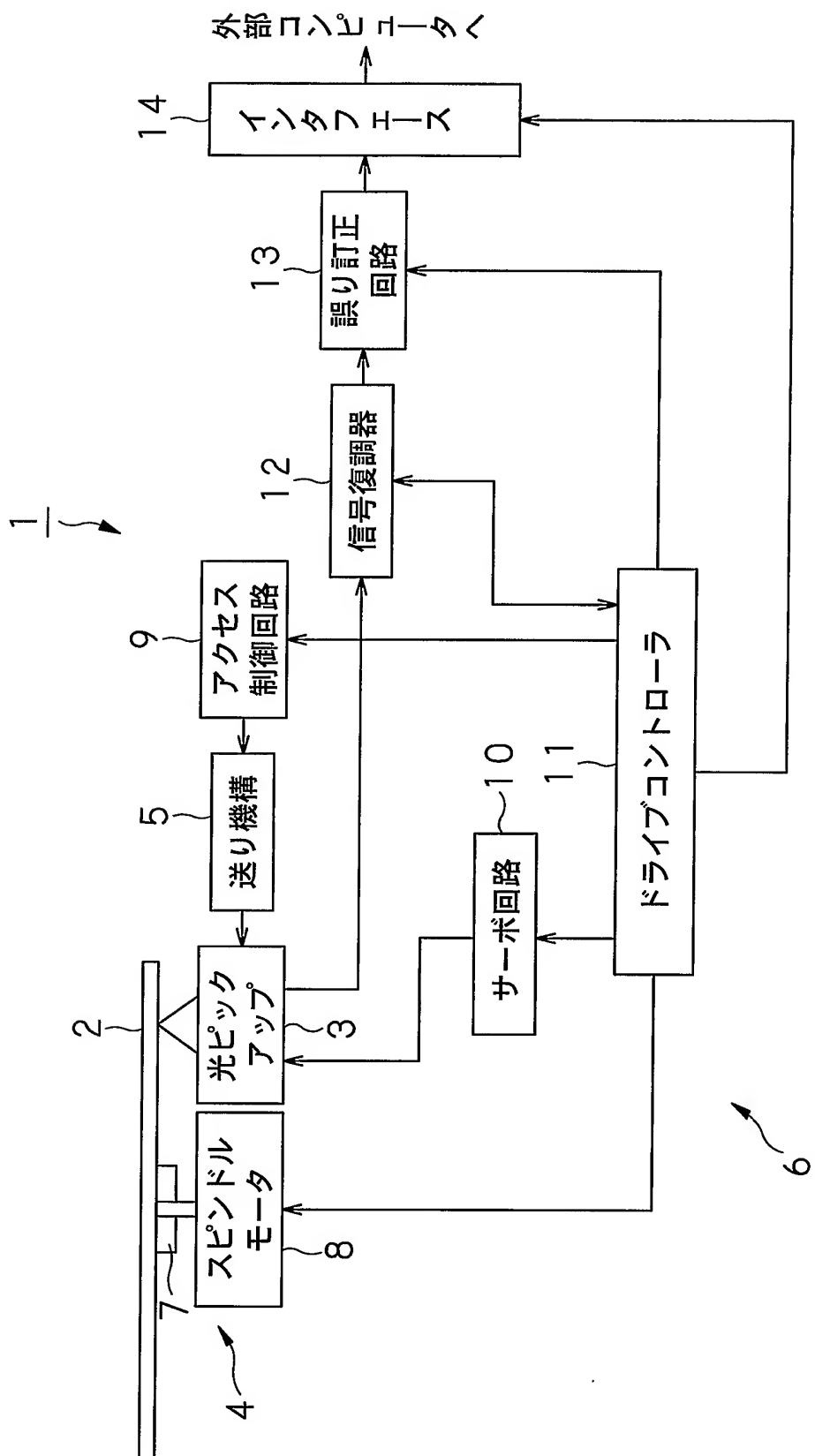


FIG.4

5/27

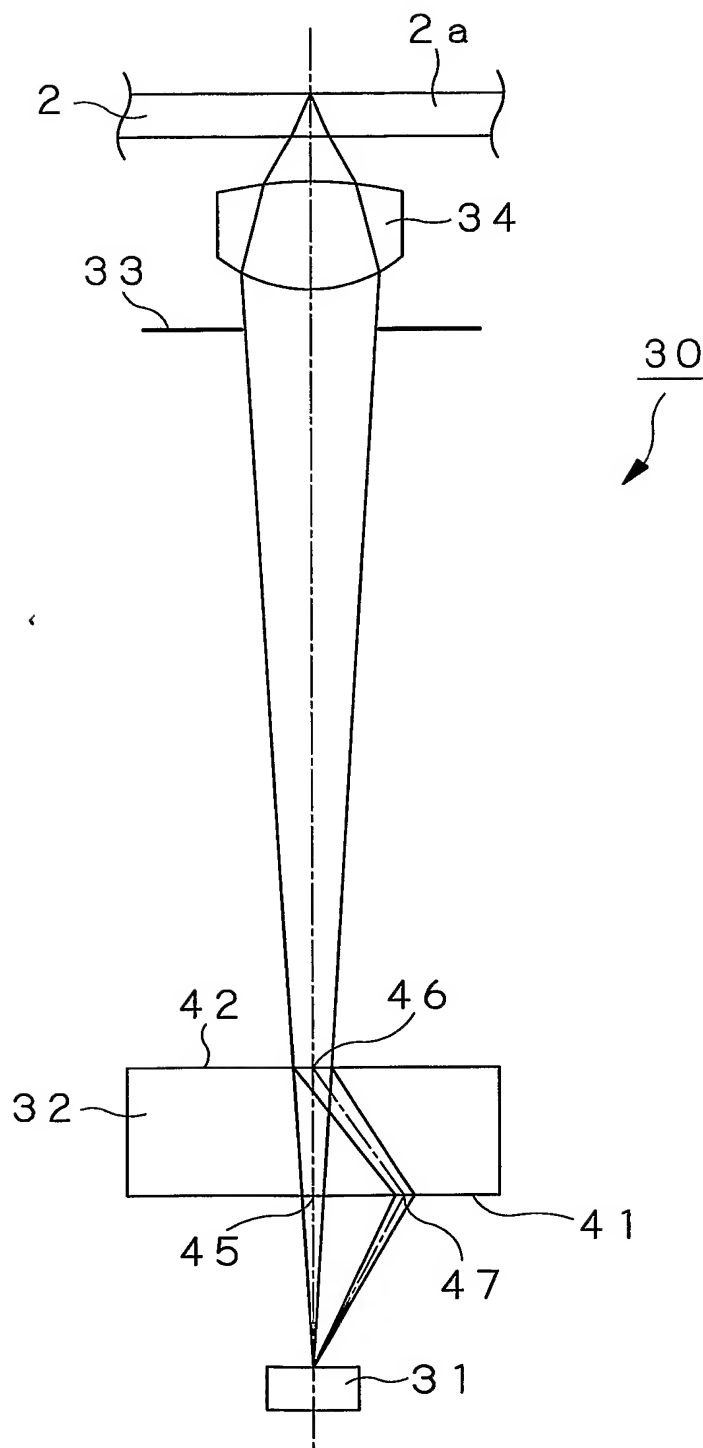
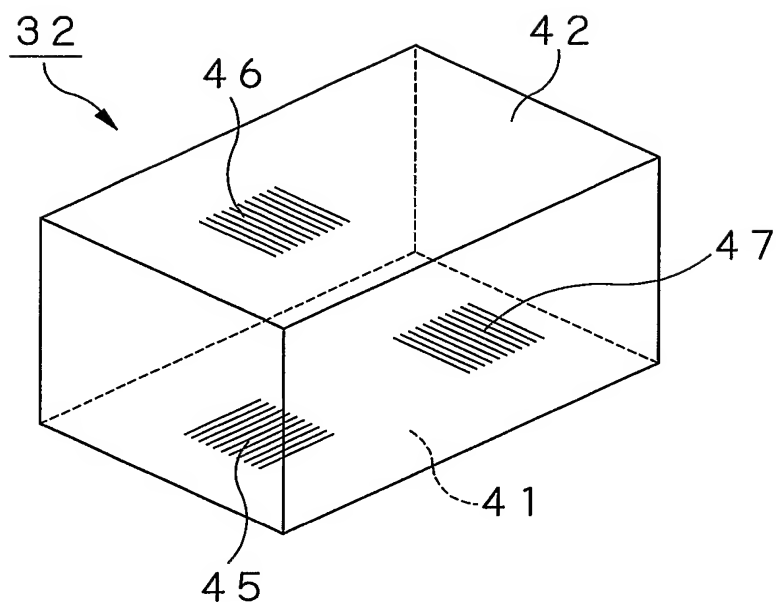
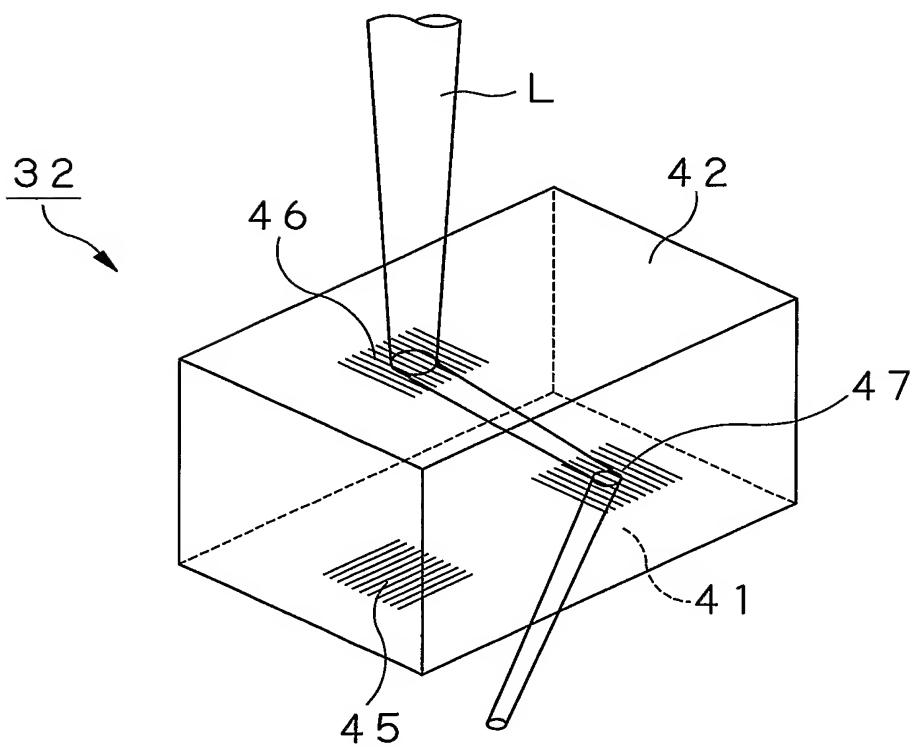


FIG.5

6/27

**FIG. 6****FIG. 7**

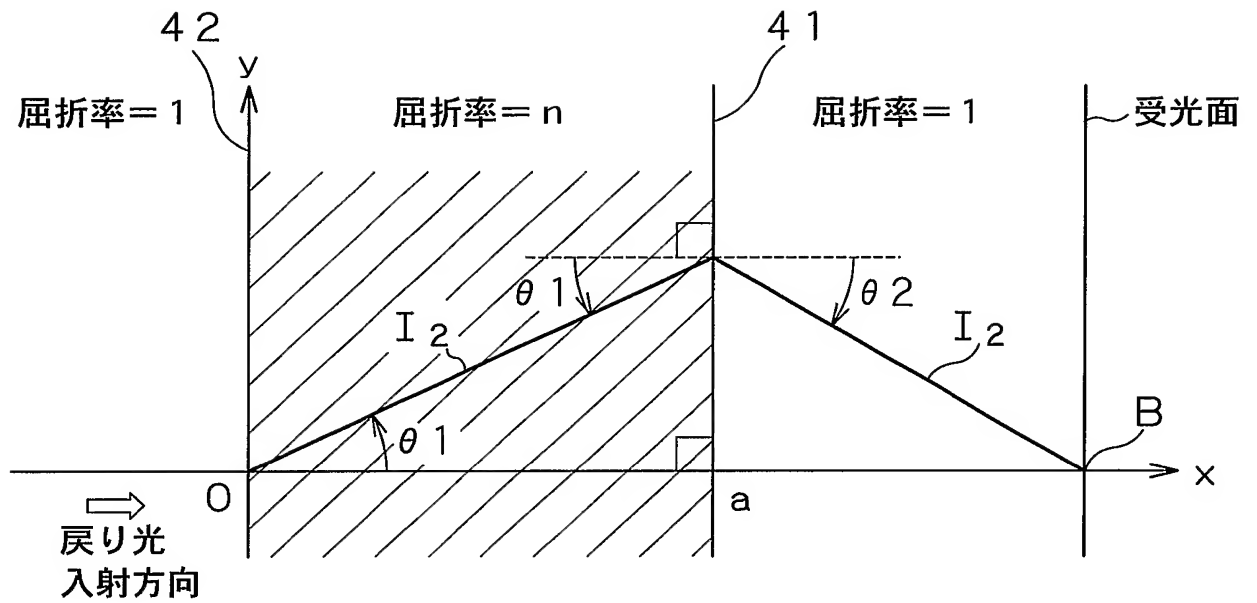


FIG. 8

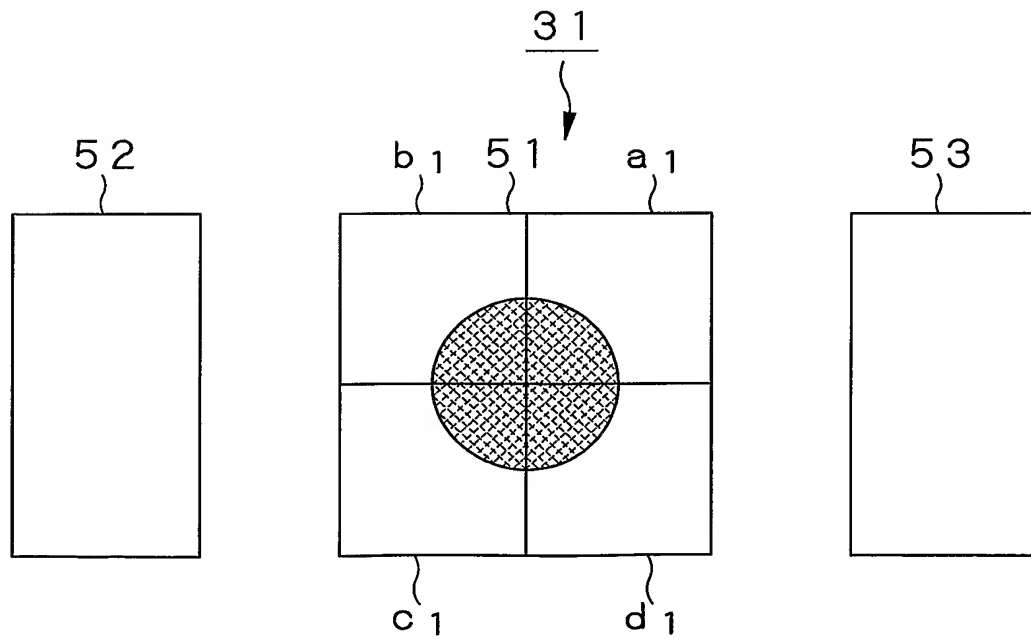


FIG.9

8/27

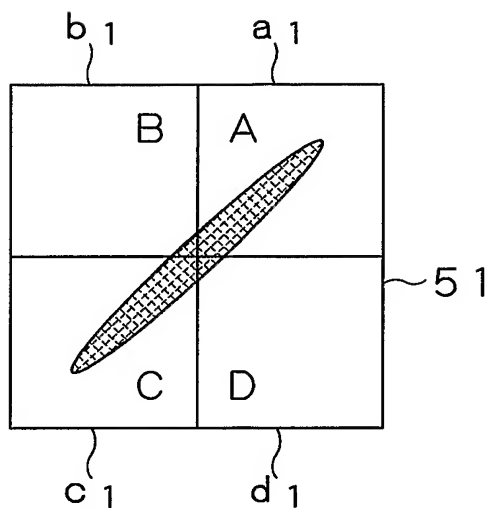


FIG. 1 OA

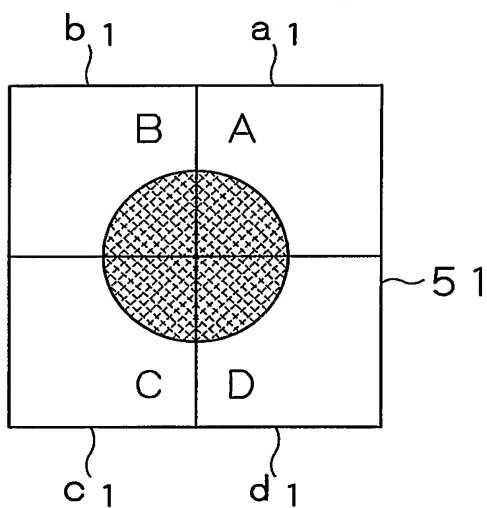


FIG. 1 OB

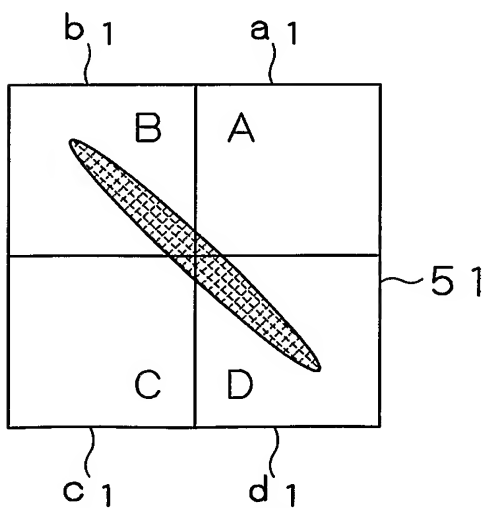


FIG. 1 OC

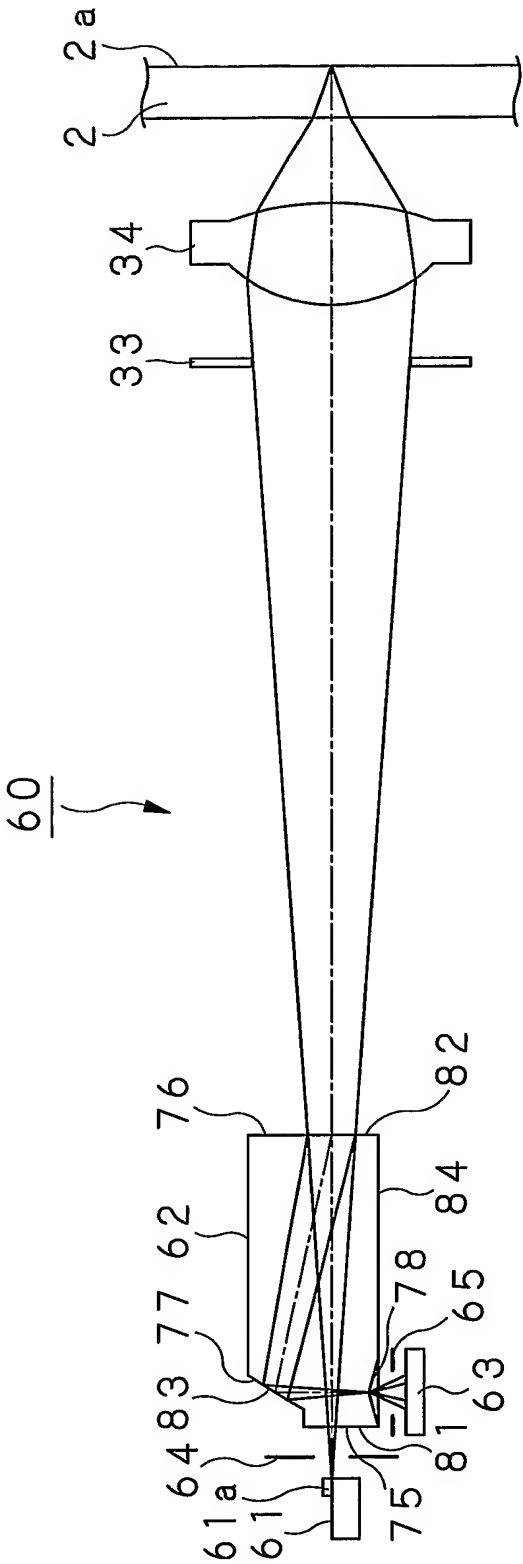


FIG. 11

10/27

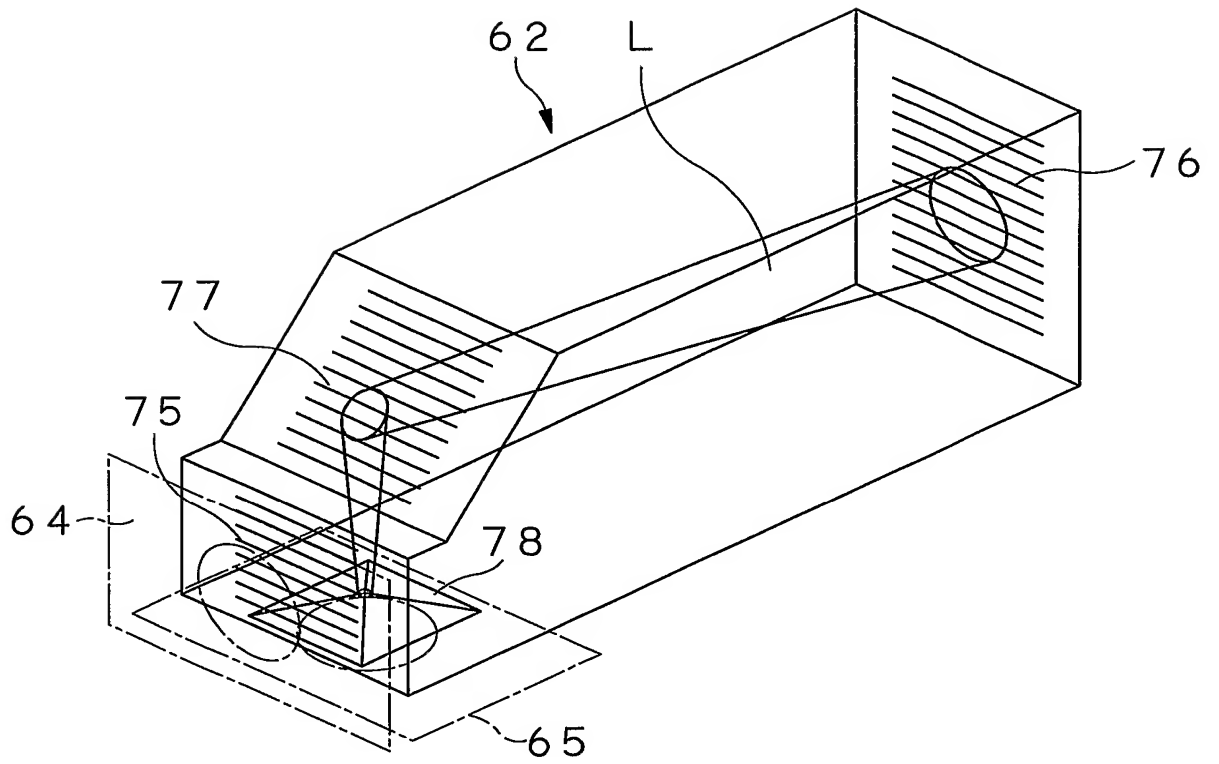


FIG. 1 2

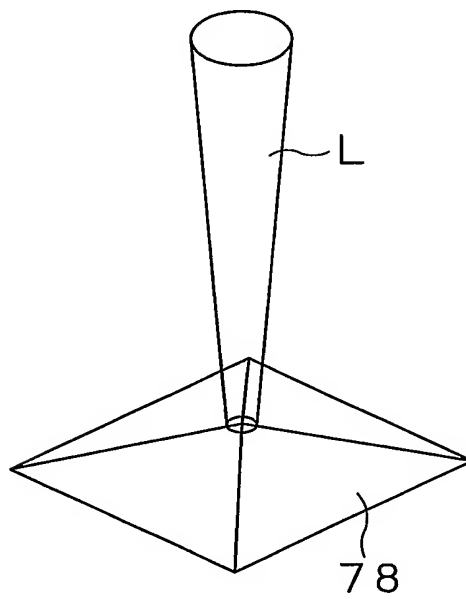


FIG. 1 3

11/27

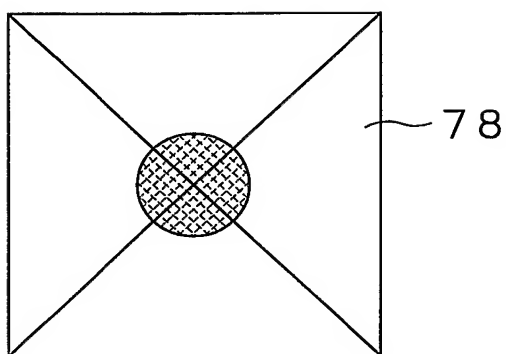


FIG. 14

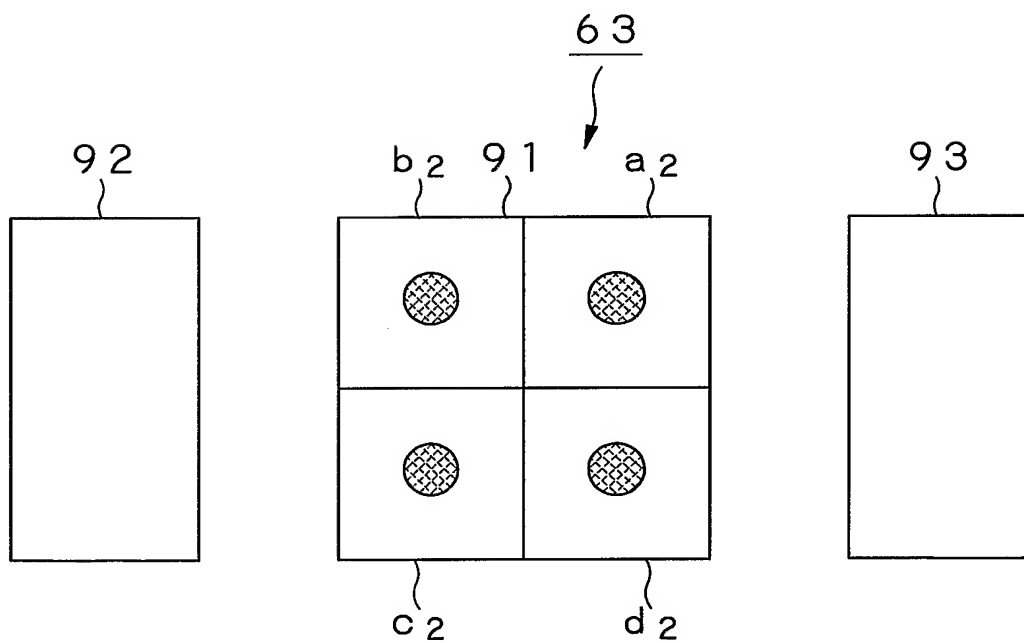


FIG. 15

12/27

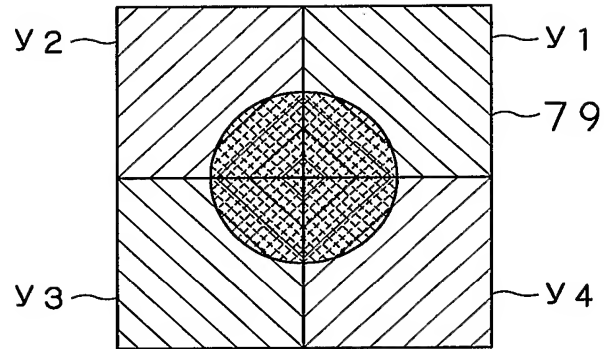


FIG. 16

13/27

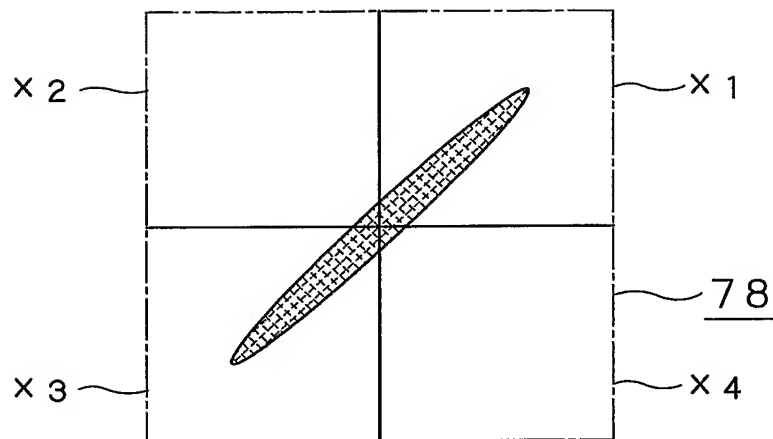


FIG. 17A

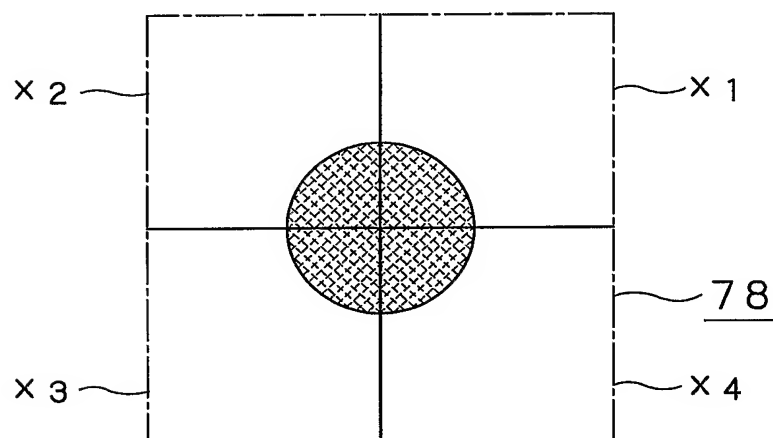


FIG. 17B

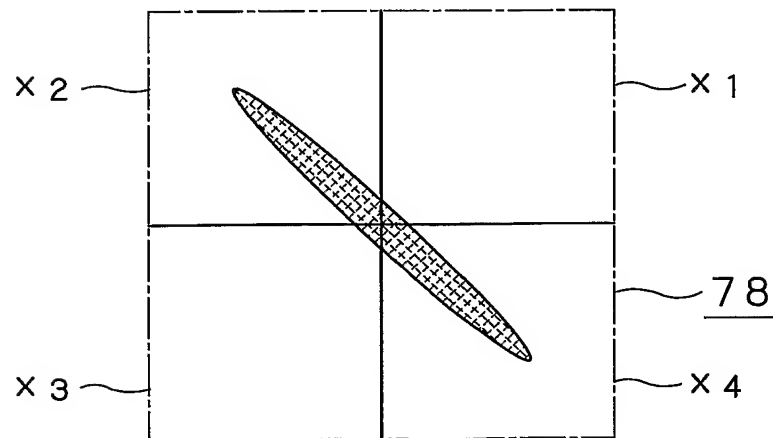
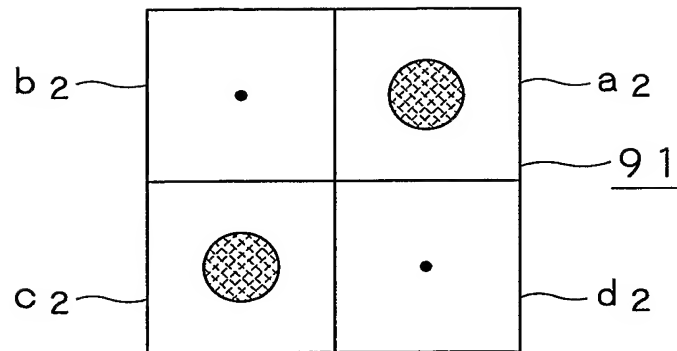
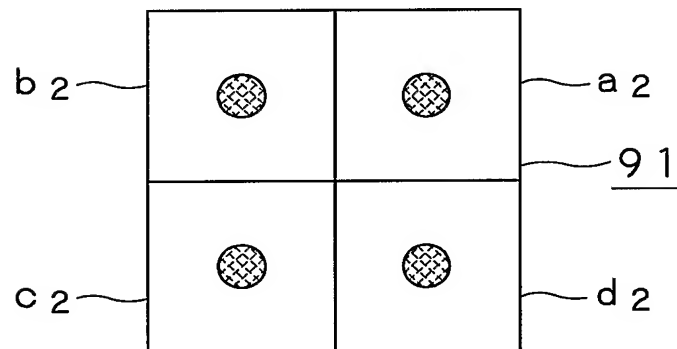
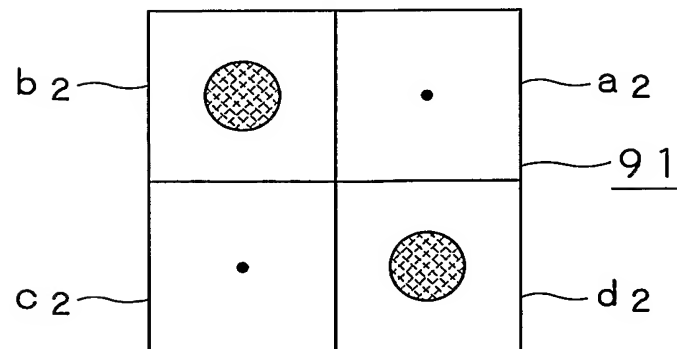
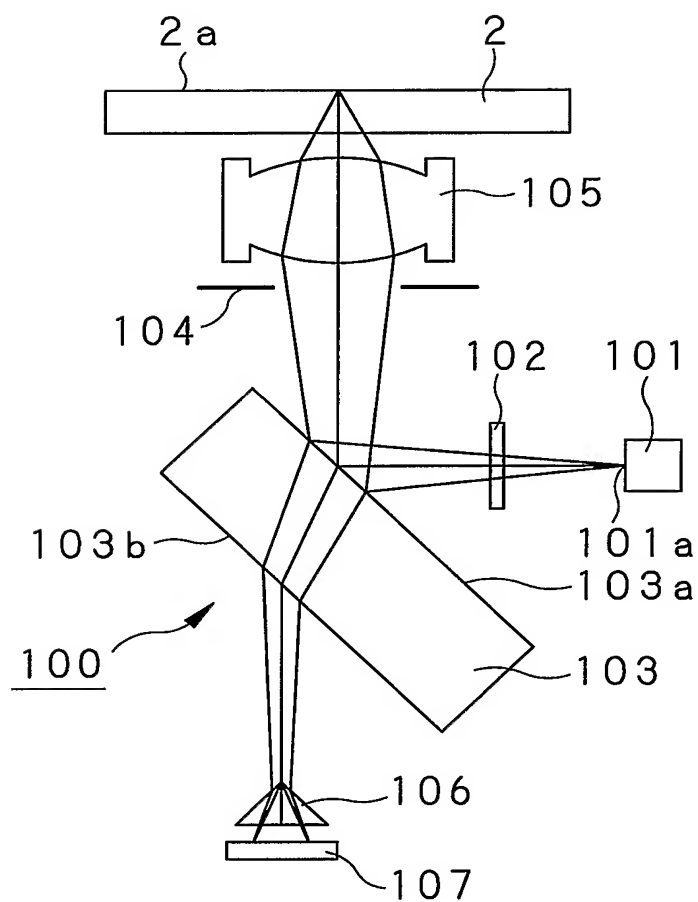


FIG. 17C

14/27

 $FE > 0$ **FIG. 18A** $FE = 0$ **FIG. 18B** $FE < 0$ **FIG. 18C**

15/27

**FIG. 19**

16/27

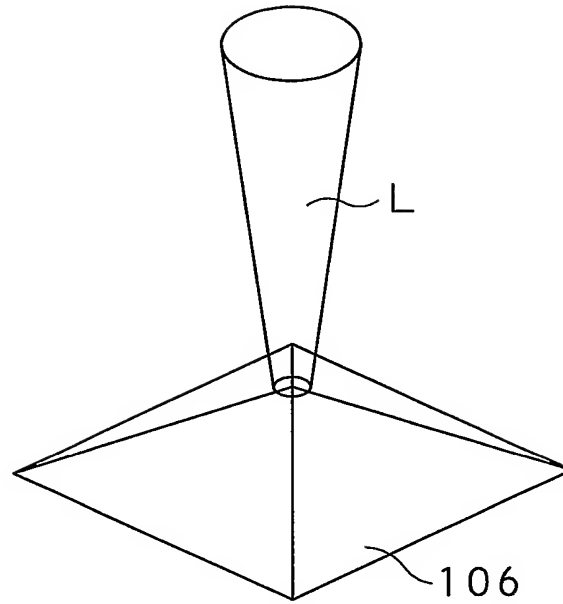


FIG. 20

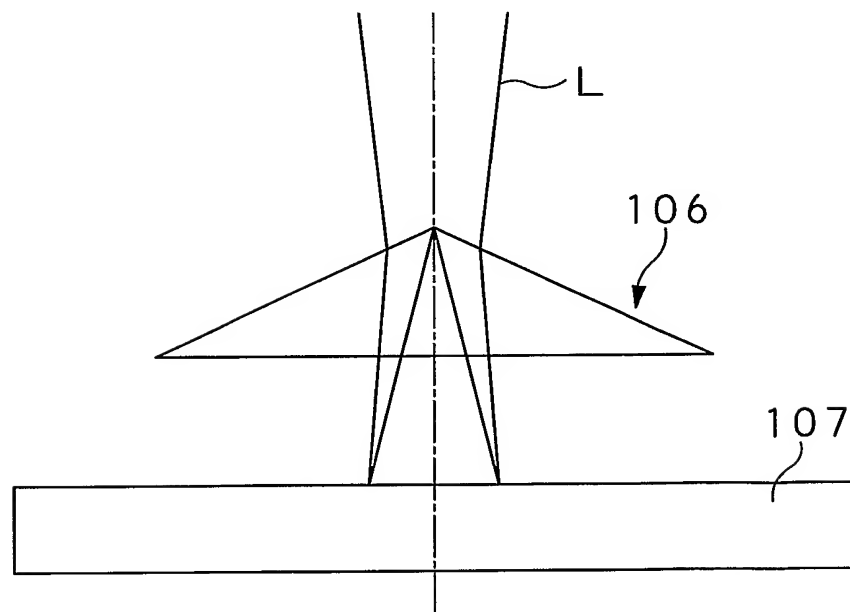


FIG. 21

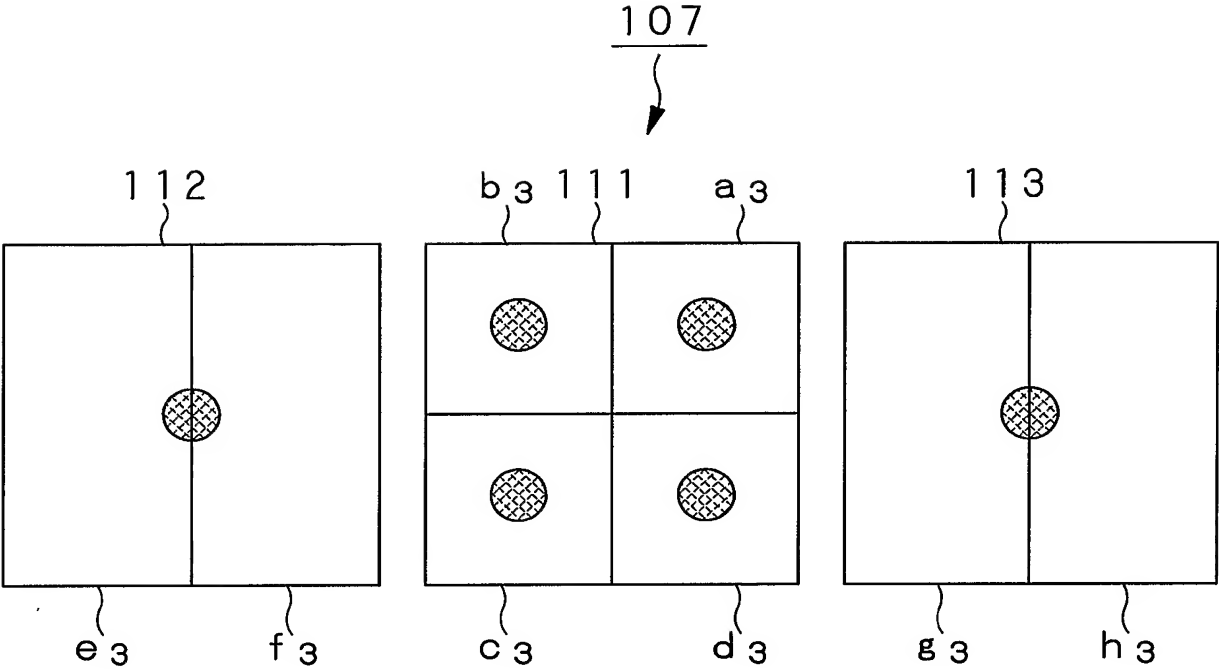


FIG.22

18/27

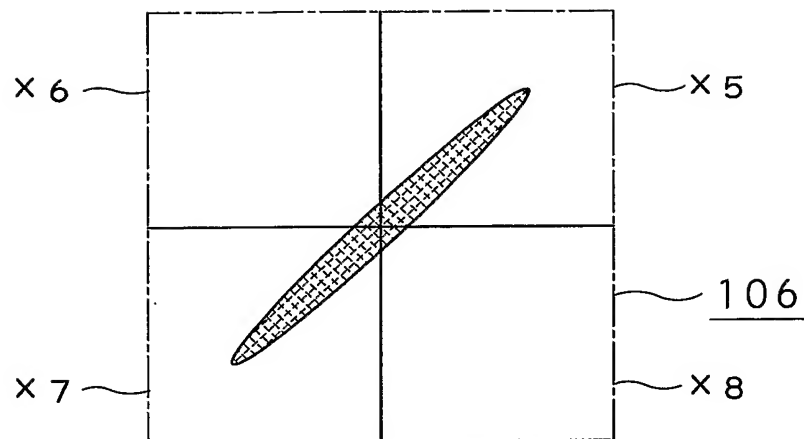


FIG. 23A

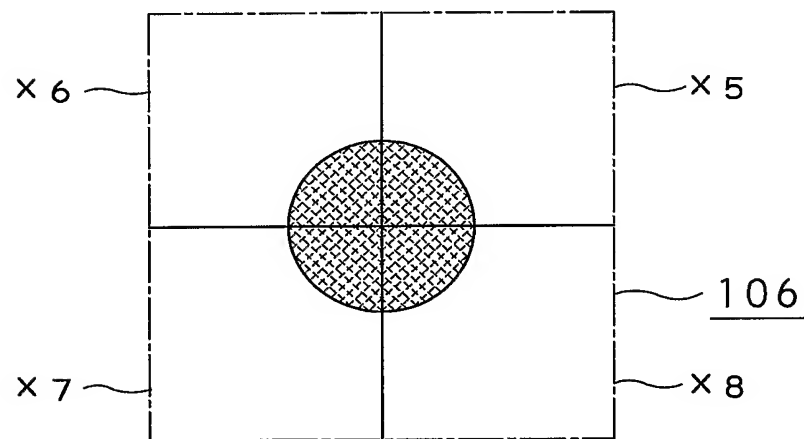


FIG. 23B

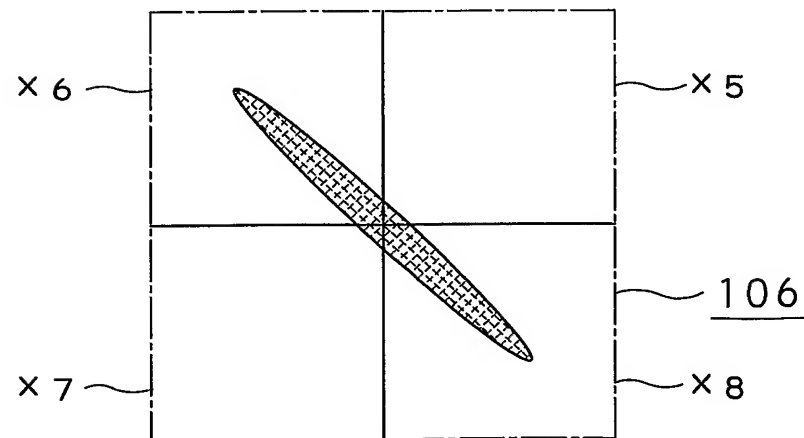
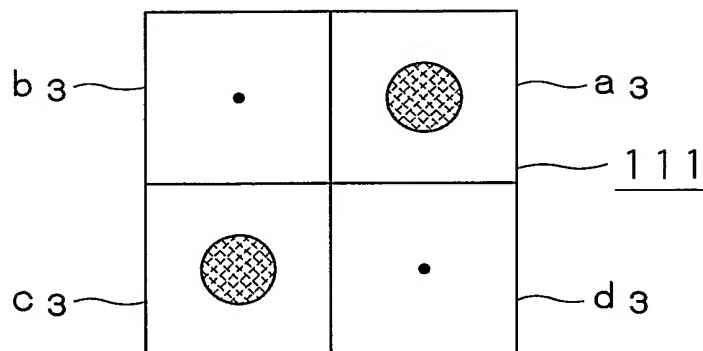
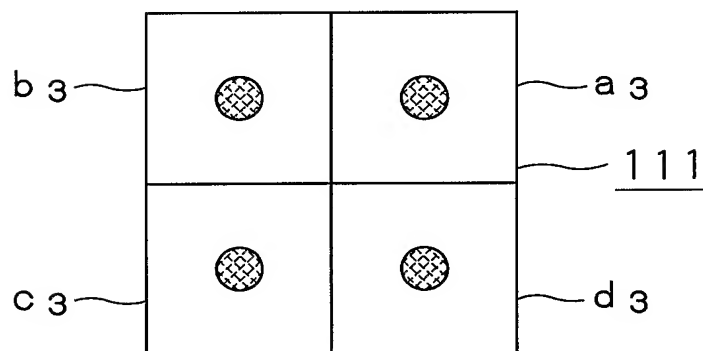
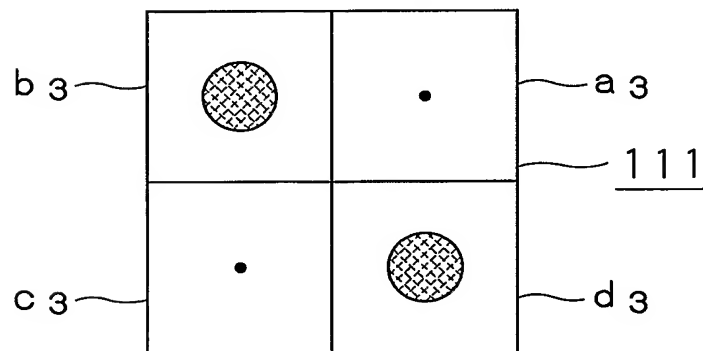
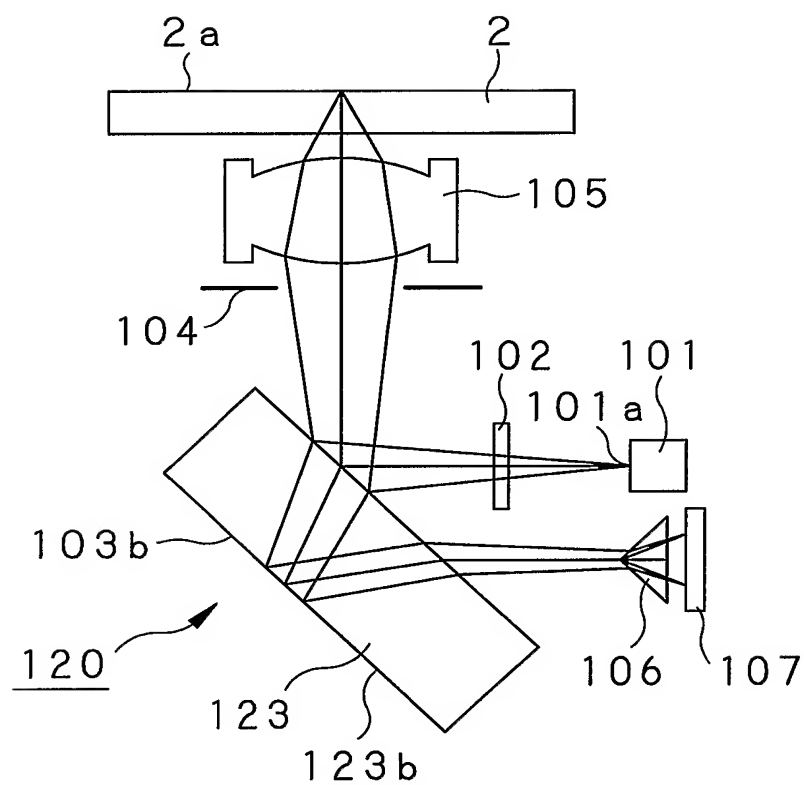


FIG. 23C

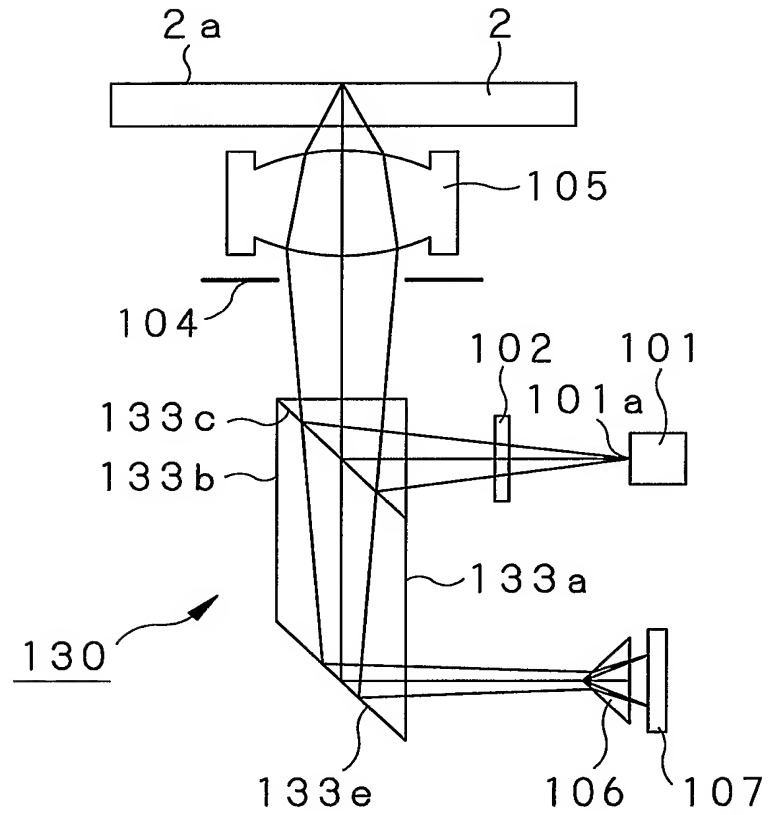
19/27

 $FE > 0$ **FIG. 24A** $FE = 0$ **FIG. 24B** $FE < 0$ **FIG. 24C**

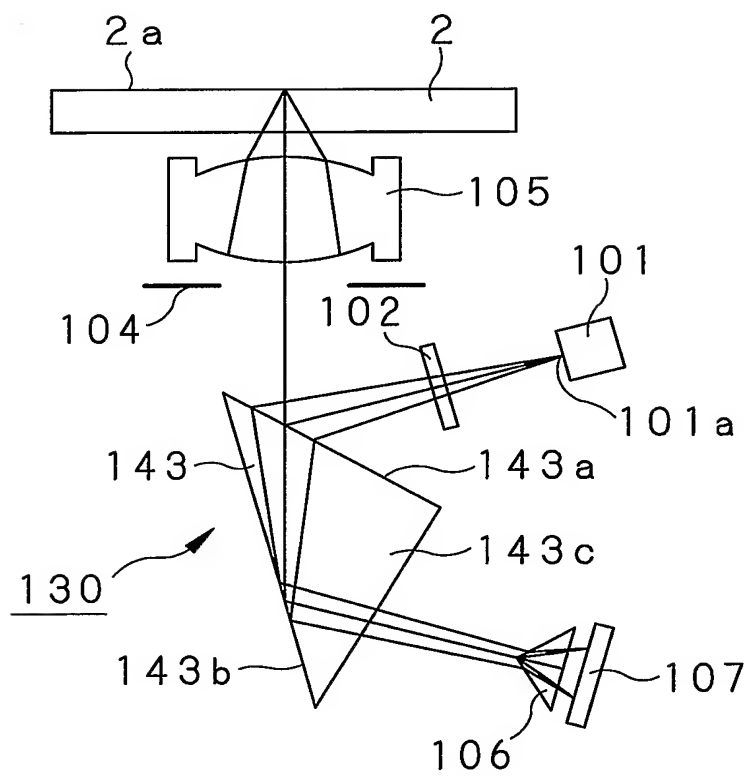
20/27

**FIG.25**

21/27

**FIG.26**

22/27

**FIG. 27**

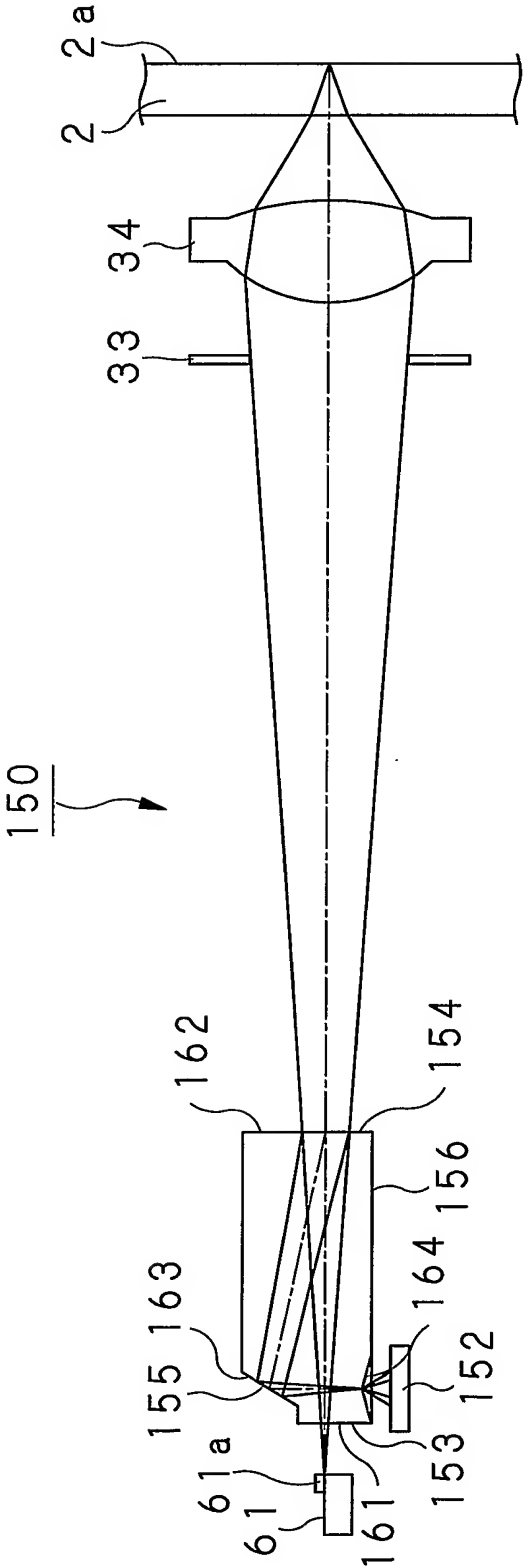


FIG. 28

24/27

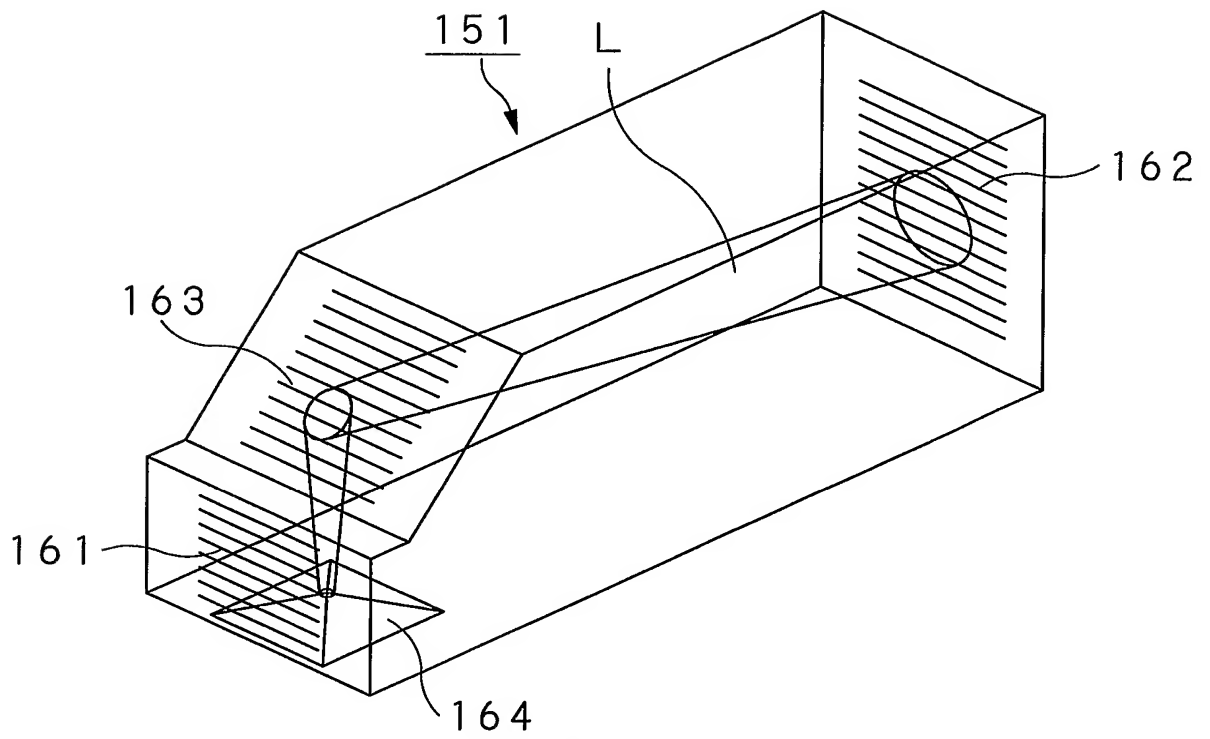


FIG. 29

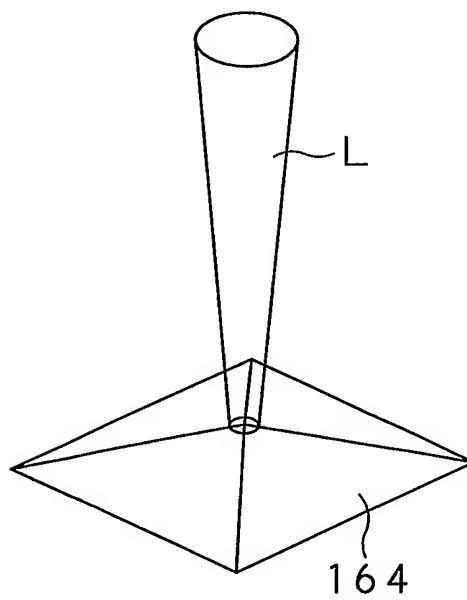


FIG. 30

25/27

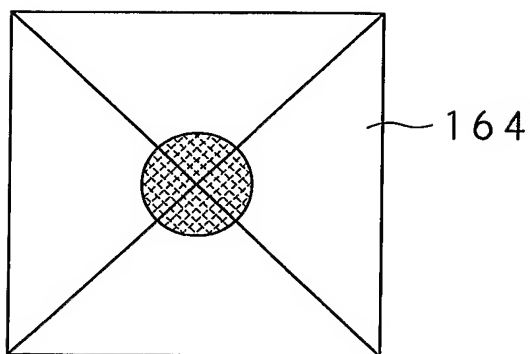


FIG. 31

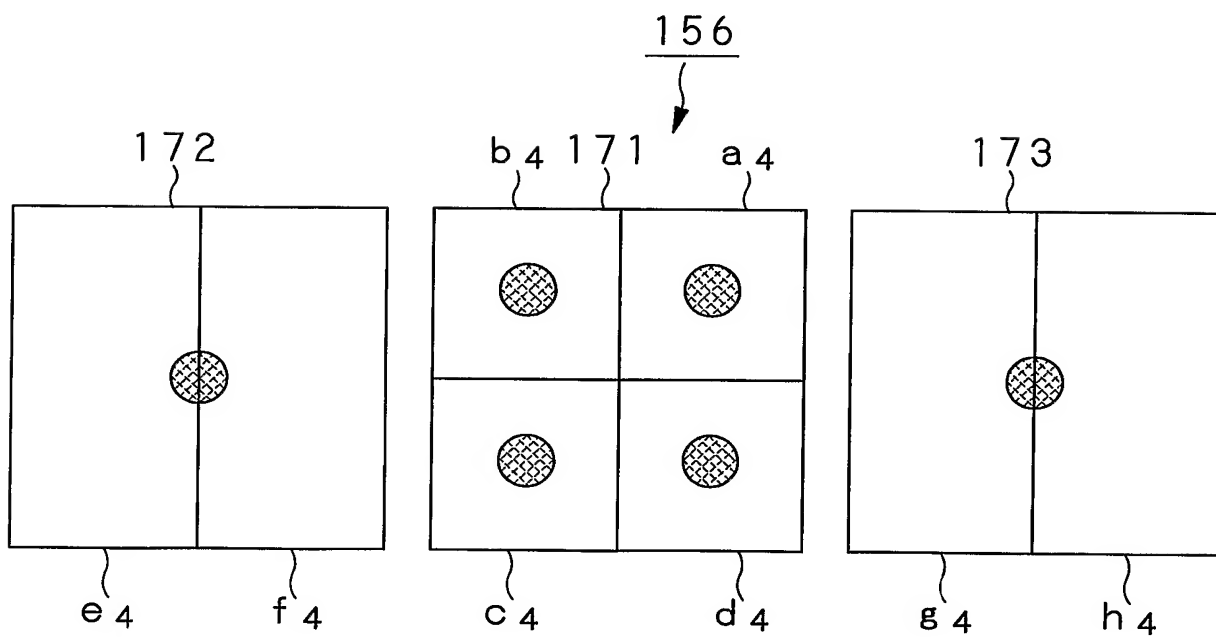


FIG. 32

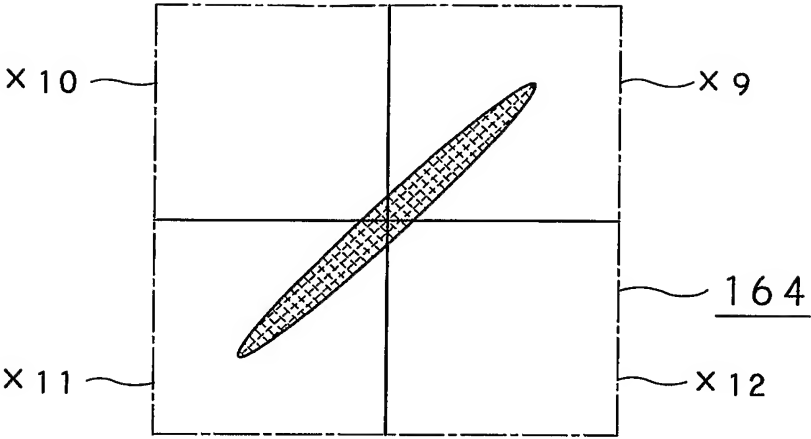


FIG.33A

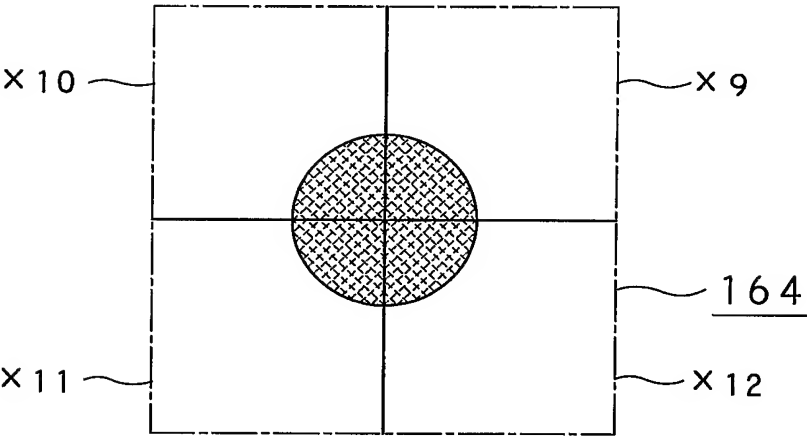


FIG.33B

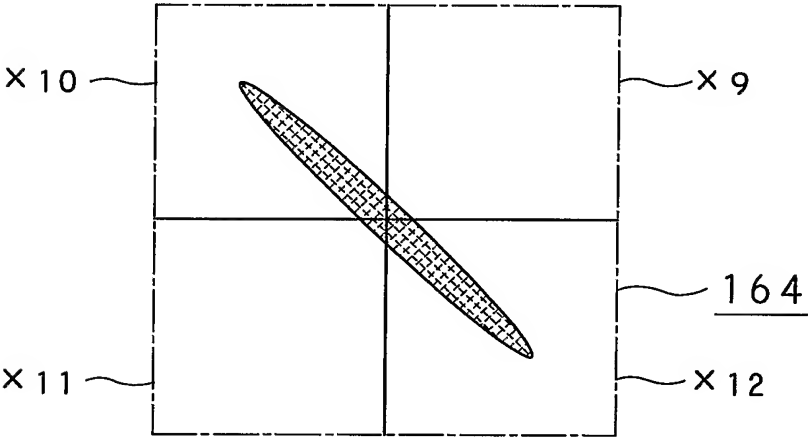
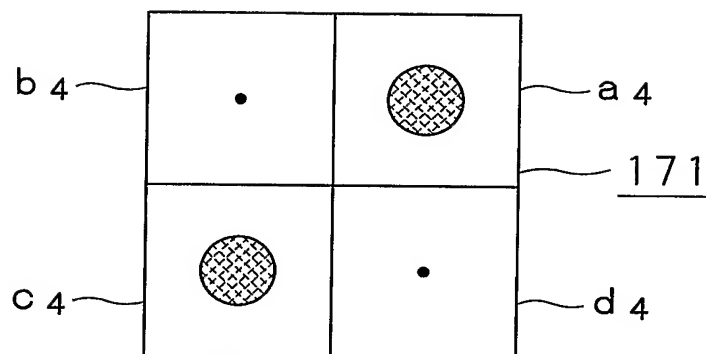
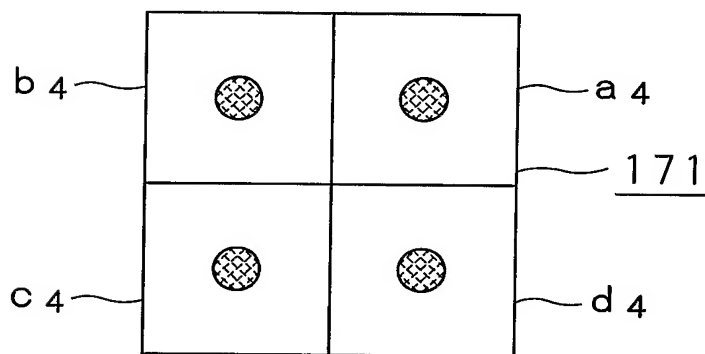
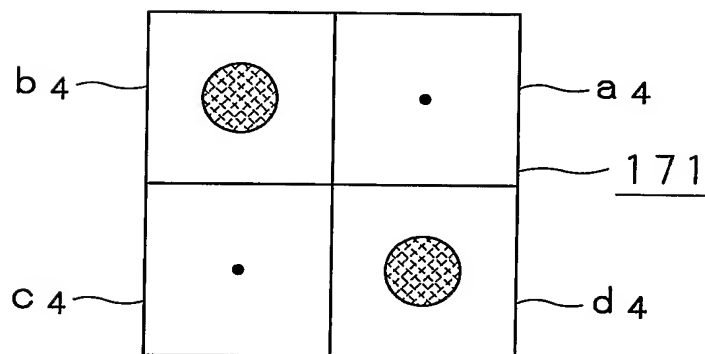


FIG.33C

27/27

 $FE > 0$ **FIG.34A** $FE = 0$ **FIG.34B** $FE < 0$ **FIG.34C**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/135, 7/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/135, 7/09, 7/095

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-134700 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 May, 1999 (21.05.99), Full text; Figs. 1 to 24	1-5, 11-12, 29-33, 39-40, 57-60, 81-85, 91-92
A	Full text; Figs. 1 to 24 & CN 1214503 A & US 6487016 B1	6-10, 13-28, 34-38, 41-56, 61-80, 86-90, 93-96

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 February, 2003 (12.02.03)

Date of mailing of the international search report
25 February, 2003 (25.02.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12079

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-18, 29-46, 57-70, 75, 81-85, 91-96 relate to correcting variations in the optical path of a returned light beam that are generated at a diffraction grating by variations in output light' wavelength.

Claims 19-28, 47-56, 71-74, 76-80, 86-90 relate to correcting an astigmatism quantity in the optical path of a returned light beam.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G11B 7/135, 7/09		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G11B 7/135, 7/09, 7/095		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-134700 A (松下電器産業株式会社) 1999.05.21 全文, 図1-24	1-5, 11-12, 29-33, 39-40, 57-60, 81-85, 91-92
A	全文, 図1-24 & CN 1214503 A & US 6487016 B1	6-10, 13-28, 34-38, 41-56, 61-80, 86-90, 93-96
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	12.02.03	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 五貫 昭一 電話番号 03-3581-1101 内線 3550

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第８条第３項（PCT 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第２文及び第３文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-18、29-46、57-70、75、81-85、91-96は、出射光の波長変動により回折格子で発生する戻り光の光路変動を補正するものに関する。

請求の範囲 19-28、47-56、71-74、76-80、86-90は、戻り光の光路中で非点収差量を補正するものに関する。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。